

DIN EN 378-1



ICS 01.040.27; 27.080; 27.200

Ersatz für  
DIN EN 378-1:2011-03

**Kälteanlagen und Wärmepumpen –  
Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen –  
Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und  
Auswahlkriterien;  
Deutsche Fassung EN 378-1:2008+A2:2012**

Refrigerating systems and heat pumps –  
Safety and environmental requirements –  
Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria;  
German version EN 378-1:2008+A2:2012

Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur –  
Exigences de sécurité et d'environnement –  
Partie 1: Exigences de base, définitions, classification et critères de choix;  
Version allemande EN 378-1:2008+A2:2012

Gesamtumfang 64 Seiten

Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) im DIN

## **Anwendungsbeginn**

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2012-08-01.

## **Nationales Vorwort**

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (EN 378-1:2008+A2:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) ausgearbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 044-00-01 AA „Sicherheit und Umweltschutz“ im Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) verantwortlich.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 378-1:2011-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) Abschnitt 3 „Begriffe“ wurde modifiziert;
- c) Anhang C „Grenzwerte für die Kältemittel-Füllmenge“ wurde modifiziert.

## **Frühere Ausgaben**

DIN EN 378-1: 1994-09, 2000-09, 2008-06, 2011-03  
DIN EN 378-1 Berichtigung 1: 2010-01

Deutsche Fassung

## Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien

Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria

Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur - Exigences de sécurité et d'environnement - Partie 1: Exigences de base, définitions, classification et critères de choix

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. Oktober 2007 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 13. November 2010 vom CEN angenommen wurde, sowie Änderung 2, die am 23. Januar 2012 vom CEN angenommen wurde.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.




EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

## Inhalt

Seite

Vorwort .....	3
Einleitung.....	4
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Normative Verweisungen .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Begriffe .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Kälteanlagen.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Aufstellungsbereiche, Aufstellungsorte .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Drücke.....</b>	<b>10</b>
<b>3.4 Bauteile der Kälteanlagen .....</b>	<b>11</b>
<b>3.5 Rohrleitungen und Verbindungen.....</b>	<b>13</b>
<b>3.6 Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion .....</b>	<b>14</b>
<b>3.7 Fluide .....</b>	<b>16</b>
<b>3.8 Verschiedenes.....</b>	<b>17</b>
<b>4 Klassifikation.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Kälteanlagen.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Aufstellungsbereiche .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3 Bezeichnung und Klassifikation von Kältemitteln .....</b>	<b>19</b>
<b>4.4 Beispiele für Anlagen .....</b>	<b>19</b>
<b>4.5 Besondere Anforderungen an Eissportanlagen .....</b>	<b>24</b>
<b>Anhang A (informativ) Gleichbedeutende Benennungen in Deutsch, Englisch und Französisch .....</b>	<b>25</b>
<b>Anhang B (informativ) TEWI (Total Equivalent Warming Impact) .....</b>	<b>29</b>
<b>Anhang C (normativ) Grenzwerte für die Kältemittel-Füllmenge .....</b>	<b>31</b>
<b>Anhang D (informativ) Schutz von Personen in Kühlräumen .....</b>	<b>44</b>
<b>Anhang E (normativ)  Klassifikation im Hinblick auf die Sicherheit und Angaben zu Kältemitteln .....</b>	<b>46</b>
<b>Anhang F (informativ) Klassifikation in Sicherheitsgruppen.....</b>	<b>54</b>
<b>Anhang G (normativ) Besondere Anforderungen an Eissportanlagen .....</b>	<b>61</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>62</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 378-1:2008+A2:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2012 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, die vom CEN am 2010-11-13 angenommen wurde, und Änderung 2 die vom CEN am 2012-01-23 angenommen wurde.

Dieses Dokument ersetzt  $\boxed{A_2}$  EN 378-1:2008+A1:2010  $\boxed{A_2}$ .

Der Beginn und das Ende eines Textes, der durch eine Änderung eingefügt oder geändert wurde, wird im Text durch die Markierungen  $\boxed{A_1}$   $\boxed{A_1}$  und  $\boxed{A_2}$   $\boxed{A_2}$  angezeigt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle Patentrechte zu identifizieren.

EN 378 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel „Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“

- Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien
- Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation
- Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen
- Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## Einleitung

Diese Europäische Norm befasst sich mit sicherheitstechnischen und umweltrelevanten Anforderungen für Konstruktion, Bau, Herstellung, Aufstellung, Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Entsorgung von Kälteanlagen und Kühlgeräten im Hinblick auf die lokale und globale Umwelt, jedoch nicht mit der endgültigen Beseitigung der Kältemittel.

Der in dieser Europäischen Norm verwendete Begriff „Kälteanlage“ schließt Wärmepumpen mit ein.

Nachstehend ist angegeben, welche Gefährdungen behandelt werden. Zusätzlich sollten für Gefährdungen, die nicht in dieser Norm behandelt werden, die Maschinen, soweit zutreffend, EN ISO 12100-1 und EN ISO 12100-2 entsprechen.

Der Zweck ist, die von Kälteanlagen und Kältemitteln ausgehenden möglichen Gefährdungen von Personen, Sachen und Umwelt auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Diese Gefährdungen sind wesentlich mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Kältemittel sowie den in Kältemittelkreisläufen auftretenden Drücken und Temperaturen verbunden.

Unzureichende Sicherheitsmaßnahmen können führen zu:

- Bruch oder Explosion eines Anlagenteiles mit der Gefahr umherfliegender Teile;
- Entweichen von Kältemittel nach einem Bruch mit der Gefahr von Umweltschäden oder Toxizität, Leckwerden wegen schlechter Konstruktion, nicht sachgerechten Betriebs und mangelhafter Instandhaltung, Instandsetzung, Befüllung oder Entsorgung;
- Feuer oder Explosion von entweichendem Kältemittel mit nachfolgendem Brandrisiko, einschließlich der Gefahr toxischer Verbrennungsprodukte durch nicht brennbare Kältemittel.

Kältemittel, ihre Gemische und Verbindungen mit Ölen, Wasser oder anderen in der Kälteanlage bestimmungsgemäß oder nicht bestimmungsgemäß vorhandenen Stoffen wirken chemisch und physikalisch, beispielsweise durch Druck und Temperatur, von innen auf die sie umgebenden Materialien ein. Sie können, wenn sie gefährliche Eigenschaften haben und aus der Kälteanlage austreten, Personen, Sachen und Umwelt direkt oder indirekt durch globale Langzeitwirkung (ODP, GWP) gefährden. Kältemittel werden unter Berücksichtigung ihres möglichen Einflusses auf die globale Umwelt sowie ihrer möglichen Auswirkungen auf die lokale Umwelt ausgewählt. Eine Bewertung des umweltrelevanten Verhaltens (Umweltleistung) erfordert jedoch eine Untersuchung des Lebensdauerzyklus. Im Hinblick auf die Klimaänderung wird allgemein der TEWI-Wert (**T**otal **E**quivalent **W**arning **I**mpact, umfasst die gesamte Treibhauswirksamkeit eines Stoffes bei der Produktion, im Betrieb und bei der Entsorgung) zugrundegelegt (siehe Anhang B). Im Hinblick auf weitere umweltrelevante Aspekte sollte auf die Normenreihe EN ISO 14040 verwiesen werden. Auswirkungen auf die Umwelt werden durch viele Faktoren beeinflusst, z. B.:

- Aufstellungsort der Anlage;
- energetischer Wirkungsgrad der Anlage;
- Art des Kältemittels;
- Häufigkeit von Wartungsmaßnahmen;
- Kältemittel-Leckagen;
- Einfluss der Kältemittel-Füllmenge auf den Wirkungsgrad;
- Reduzierung von Wärmebelastungen auf ein Mindestmaß;
- Überwachungsverfahren.

Die Kosten der Anlage haben einen indirekten Einfluss auf das umweltrelevante Verhalten.

Zusätzliche Investitionen können die Reduzierung von Leckagen, Erhöhung des energetischen Wirkungsgrades oder Konstruktionsänderungen im Hinblick auf die Verwendung eines anderen Kältemittels betreffen. Nur durch eine Untersuchung des Lebensdauerzyklus kann geklärt werden, welche zusätzliche Investitionen die vorteilhaftesten Auswirkungen haben.

Gefährdungen durch die in Kälteanlagen herrschenden Druck- und Temperaturzustände sind im Wesentlichen auf das gleichzeitige Auftreten von Flüssig- und Dampfphasen zurückzuführen. Außerdem hängt der Zustand des Kältemittels und die Beanspruchung der verschiedenen Teile nicht nur von den Vorgängen und Funktionen innerhalb der Anlage ab, sondern auch von äußeren Faktoren.

Folgende Gefährdungen sind nennenswert:

a) durch direkten Einfluss extremer Temperaturen, z. B.:

- Materialversprödung bei tiefen Temperaturen;
- Gefrieren eingeschlossener Flüssigkeit (Wasser, Sole o. ä.);
- thermische Beanspruchungen;
- Volumenänderungen durch Temperaturänderungen;
- Personenschäden, verursacht durch tiefe Temperaturen;
- Zugänglichkeit von heißen Oberflächen;

b) durch überhöhten Druck z. B. infolge:

- Anstieg des Verflüssigungsdruckes, verursacht durch ungenügende Kühlung oder den Partialdruck nichtkondensierbarer Gase oder durch Ansammlung von Öl oder flüssigem Kältemittel;
- Anstieg des Sattdampfdruckes, verursacht durch übermäßige Erwärmung von außen, z. B. eines Flüssigkeitskühlers, oder Abtauen eines Luftkühlers oder hohe Umgebungstemperatur bei Stillstand der Anlage;
- Ausdehnung von flüssigem Kältemittel in einem abgeschlossenen Raum ohne Vorhandensein von Dampf, verursacht durch einen Anstieg der Außentemperatur;
- Feuer;

c) durch direkten Einfluss der Flüssigphase, z. B.:

- zu hohe Füllmenge oder überflutete Apparate;
- Vorhandensein von Flüssigkeit in Verdichtern durch Siphonwirkung oder Kondensation im Verdichter;
- Flüssigkeitsschlag in Rohrleitungen;
- Ausfall der Schmierung durch die Verdünnung von Öl;
- durch Kondensation bewirkter Flüssigkeitsschlag;

- d) durch Entweichen von Kältemitteln, z. B.:
- Feuer;
  - Explosion;
  - Giftigkeit (Toxizität), einschließlich der Verbrennungsprodukte;
  - Verätzung;
  - Hauterfrierung;
  - Erstickung;
  - Panik;
  - Ausdünnung der Ozonschicht;
  - Treibhauseffekt;
- e) durch bewegte Teile von Maschinen, z. B.:
- Verletzungen;
  - Gehörschäden durch übermäßigen Lärm;
  - Schäden durch Schwingungen.

Hingewiesen wird auf Gefahren, die allen Verdichtungssystemen gemeinsam sind, z. B. übermäßige Temperatur beim Abblasen, Flüssigkeitsschläge in Verdichtern, falsche Bedienung oder Verminderung der mechanischen Festigkeit durch Korrosion, Erosion, thermische Beanspruchung, Flüssigkeitsschläge in Anlagen oder Schwingungen.

Wegen der besonderen Betriebsbedingungen von Kälteanlagen sollte jedoch besonders auf Korrosion geachtet werden, die durch das wechselnde Gefrieren und Abtauen oder durch Verkleidung der Bauteile mit Dämmstoffen hervorgerufen werden.

Die für Kälteanlagen vorstehend aufgeführten Gefährdungen verdeutlichen das Konzept, nach dem diese Europäische Norm erstellt wurde.



## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an die Sicherheit von Personen und Sachen (nicht jedoch an eingelagerte Güter) und an die lokale und globale Umwelt fest für:

- a) stationäre und ortsveränderliche Kälteanlagen aller Größen, einschließlich Wärmepumpen;
- b) indirekte Kühl- oder Heizsysteme;
- c) den Aufstellungsort dieser Kälteanlagen.

ANMERKUNG 1 Bei indirekten Kühl- oder Heizsystemen, die mit Kältemitteln nach Anhang E befüllt sind, gelten die Grenzwerte für die Kältemittel-Füllmenge nach diesem Teil 1 (Anhang C).

Für Kälteanlagen mit einer begrenzten Kältemittel-Füllmenge sind nur einige Teile und Abschnitte anzuwenden. Die Ausnahmen sind im Anwendungsbereich und in den Abschnitten der einzelnen Teile der EN 378 festgelegt.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Kälteanlagen mit Luft oder Wasser als Kältemittel. Kälteanlagen mit anderen als in Anhang E aufgeführten Kältemitteln sind nicht Gegenstand dieser Europäischen Norm, sofern sie keiner Sicherheitsgruppe zugeordnet sind.

ANMERKUNG 2 Klassifikation von nicht in Anhang E enthaltenen Kältemitteln im Hinblick auf die Sicherheit, siehe Anhang F.

Diese Europäische Norm befasst sich mit den in der Einleitung aufgeführten Gefährdungen.

Diese Europäische Norm gilt für neue Kälteanlagen sowie für Änderungen an bestehenden Kälteanlagen, wenn die Art des Kältemittels gewechselt oder Druckbehälter ausgetauscht werden. Der Teil, der sich mit Instandhaltung, Instandsetzung, Betrieb, Rückgewinnung, Wiederverwendung und Entsorgung befasst, gilt außerdem für bereits bestehende Anlagen. Die für bestehende Kälteanlagen Verantwortlichen sollten die sicherheitstechnischen und umweltrelevanten Aspekte dieser Europäischen Norm beachten und die weitergehenden Anforderungen erfüllen, soweit dies in vernünftigem Rahmen möglich ist.

Die Richtlinie 94/9/EG für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen kann bei Maschinen oder Bauteilen nach dieser Europäischen Norm zur Anwendung kommen. Die vorliegende Norm ist nicht als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung mit den grundlegenden Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen der Richtlinie 94/9/EG vorgesehen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 378-2, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Gleichbedeutende Benennungen in Deutsch, Englisch und Französisch siehe informativen Anhang A.

#### 3.1 Kälteanlagen

##### 3.1.1

##### **Kälteanlage**

Wärmepumpe

Kombination miteinander verbundener, kältemittelführender Teile, die einen geschlossenen Kältemittelkreislauf bilden, in dem das Kältemittel zirkuliert, um Wärme zu entziehen und abzugeben (d. h. Kühlung, Erwärmung)

##### 3.1.2

##### **Kältesatz**

fabrikmäßig komplett hergestellte Kälteanlage in einem geeigneten Rahmen und/oder Gehäuse, die in einem oder mehreren Abschnitten gefertigt und transportiert wird und deren kältemittelführende Teile am Aufstellungsort nicht mehr zu verbinden sind, außer durch Verbindungs- oder Trennarmaturen

##### 3.1.3

##### **betriebsfertiger Kältesatz**

Kältesatz, der vor seiner Aufstellung zusammengebaut, betriebsfertig gefüllt und geprüft wurde und der aufgestellt wird, ohne dass ein Anschluss an kältemittelführende Teile erforderlich ist

ANMERKUNG Ein betriebsfertiger Kältesatz kann werkseitig montierte Verbindungs- oder Trennarmaturen enthalten.

##### 3.1.4

##### **Anlage mit begrenzter Füllmenge**

Kälteanlage, in der das innere Volumen der Anlage und die Kältemittel-Gesamtfüllmenge so bemessen sind, dass bei stillstehender Anlage der zulässige Druck nicht überschritten wird, wenn die Kältemittel-Füllmenge vollständig verdampft

##### 3.1.5

##### **Absorptions- oder Adsorptions-Anlage**

Kälteanlage, bei der die Kühlung durch Verdampfen eines Kältemittels erfolgt, der Dampf dann durch ein Absorptions- oder Adsorptionsmittel absorbiert oder adsorbiert wird, aus dem es anschließend bei einem höheren Partialdampfdruck durch Erhitzen wieder abgegeben und dann durch Kühlung verflüssigt wird

##### 3.1.6

##### **indirektes Kühl- oder Heizsystem**



System, bei dem die Wärmeübertragung zur Kälteanlage von den zu kühlenden oder zu erwärmenden Produkten oder Räumen oder von einem anderen Kühl- oder Heizsystem durch ein Fluid erfolgt

 gelöschter Text 

##### 3.1.7

##### **dauerhaft geschlossene Anlage**

Kälteanlage, in der alle kältemittelführenden Teile durch Schweißen, Lötten oder eine gleichwertige nichtlösbare Verbindung dicht zusammengebaut sind

 ANMERKUNG 1  Eine auf Dichtheit geprüfte Verbindung mit einer Leckrate von weniger als 3 g Kältemittel je Jahr bei einem Druck von mindestens  $0,25 \times PS$ , bei der die mechanischen Verbindungen vor unsachgemäßer Handhabung dadurch geschützt sind, dass Spezialwerkzeuge, Klebstoff usw. erforderlich sind, gilt als gleichartige nichtlösbare Verbindung. Dies kann Ventile mit Dichtungskappen und Arbeitsanschlüsse mit Kappen umfassen.

 ANMERKUNG 2 Hermetisch dichte Anlagen in EN 16084 entsprechen dauerhaft geschlossenen Anlagen in EN 378 .

##### 3.1.8

##### **Hochdruckseite**

Teil einer Kälteanlage, der annähernd bei Verflüssigungsdruck oder dem Druck des Gaskühlers arbeitet

**A<sub>2</sub> 3.1.9 A<sub>2</sub>**

**Niederdruckseite**

Teil einer Kälteanlage, der annähernd bei Verdampfungsdruck arbeitet

**A<sub>2</sub> 3.1.10 A<sub>2</sub>**

**ortsveränderliche Anlage**

Kälteanlage, die üblicherweise während des Transportes betrieben wird

ANMERKUNG Zu ortsveränderlichen Anlagen gehören: Kälteanlagen in Wasserfahrzeugen, z. B. gekühlte Frachträume auf Schiffen, Kälteanlagen in Fischereifahrzeugen, Bord-Klimaanlagen, Kälteanlagen für Lebensmittel; Kälteanlagen für den Transport, z. B. Transport von gekühlter Fracht im Straßen- und Schienenverkehr und in Containern.

**A<sub>2</sub> 3.1.11 A<sub>2</sub>**

**Kaskadenanlage**

zwei oder mehr unabhängige Kältemittelkreisläufe, bei denen der Verflüssiger einer Anlage Wärme direkt an den Verdampfer einer anderen Anlage abgibt

**A<sub>2</sub> 3.1.12 A<sub>2</sub>**

**transkritischer Kreislauf**

Kältemittelkreislauf, bei dem der Verdichter Kältemittel bei einer (Druck-)Bedingung oberhalb des kritischen Punktes freisetzt

**A<sub>2</sub> 3.1.13 A<sub>2</sub>**

**Baugruppe**

alleinstehende Baueinheit mit festgelegter Funktion (z. B. Verflüssigungssatz), bestehend aus mehreren Bauteilen. Baugruppen werden häufig vor Ort miteinander zu einer vollständigen Anlage verbunden.

**A<sub>2</sub> 3.1.14 A<sub>2</sub>**

**Bauteil**

einzelne Funktionseinheiten oder Unterbaugruppen einer Kälteanlage

ANMERKUNG Nicht inbegriffen sind Teile von Unterbaugruppen, z. B. Dichtungen, Befestigungsmittel.

## **3.2 Aufstellungsbereiche, Aufstellungsorte**

### **3.2.1**

#### **Maschinenraum (Aufstellungsort)**

Vollständig umschlossener Raum oder Gehäuse **A<sub>2</sub>** gelöschter Text **A<sub>2</sub>**, der nur befugten Personen zugänglich ist und zur Aufstellung von Teilen der Kälteanlage oder der gesamten Kälteanlage dient. Ein Maschinenraum darf weitere Bauteile enthalten, sofern die Anforderungen an die Aufstellung mit den Anforderungen an die Sicherheit der Kälteanlage kompatibel sind.

### **3.2.2**

#### **besonderer Maschinenraum (Aufstellungsort)**

Maschinenraum, der nur zur Aufstellung der gesamten Kälteanlage oder von Teilen der Kälteanlage vorgesehen ist. Er ist nur für sachkundiges Personal für die Instandhaltung und Instandsetzung der Kälteanlage zugänglich.

### **3.2.3**

#### **Personen-Aufenthaltsbereich (Aufenthaltsbereich)**

Vollständig umschlossener Raum, in dem sich über einen längeren Zeitraum Personen aufhalten. Sind die Bereiche um den unmittelbaren Personen-Aufenthaltsbereich durch Konstruktion oder Ausführung nicht ausreichend dicht, dann gelten diese ebenfalls als Teil des Personen-Aufenthaltsbereiches. Dies können z. B. Hohlräume über Zwischendecken, Kriechgänge, Kanäle und bewegliche Zwischenwände sein. Der Personen-Aufenthaltsbereich kann öffentlich (z. B. Supermarkt) oder nur für unterwiesene Personen zugänglich sein (z. B. Fleischzerlegung). In einem Personen-Aufenthaltsbereich kann die gesamte Kälteanlage oder Teile davon aufgestellt werden.

### **3.2.4**

#### **Luftschleuse**

abgetrennter Raum mit separaten Eingangs- und Ausgangstüren, durch den ein Durchgang von einem Raum zu einem anderen möglich ist, während diese Bereiche voneinander getrennt bleiben

### **3.2.5**

#### **Vorhalle**

Eingangshalle oder großer Durchgang, der als Warteraum dient

### **3.2.6**

#### **Durchgang**

Verkehrsweg für Personen

### **3.2.7**

#### **Ausgang**

Durchlass in der Außenwand, mit oder ohne Tür oder Tor

### **3.2.8**

#### **Ausgangskorridor**

Verkehrsweg unmittelbar an der Tür, durch den Personen das Gebäude verlassen

### **3.2.9**

#### **Kühlraum**

Raum oder Gehäuse, in dem durch eine Kälteanlage die Temperatur unter der Umgebungstemperatur gehalten wird

### **3.2.10**

#### **direkte Verbindung**

Verbindung zwischen Räumen, bei der die Trennwand mit einer Öffnung versehen ist, die wahlweise durch eine Tür, ein Fenster oder eine Klappe geschlossen werden kann

### **3.2.11**

#### **im Freien**

jeder nicht umschlossene, überdachte oder nicht überdachte Bereich

### **3.2.12**

#### **Flucht-/Rettungsweg**

als Notausgang angezeigter Weg

### **3.2.13**

#### **Kriechgang**

#### **Hohlraum**

Raum, der im Allgemeinen nur für Instandhaltungszwecke betreten wird und in dem ein aufrechtes Gehen bzw. zu dem ein aufrechter Zugang nicht möglich ist

## **3.3 Drücke**

### **3.3.1**

#### **Überdruck**

Druck, dessen Wert gleich der Differenz zwischen dem Absolutdruck und dem Atmosphärendruck ist

ANMERKUNG Sofern nichts anderes angegeben ist, sind alle Drücke Überdrücke.

### **3.3.2**

#### **maximal zulässiger Druck**

vom Hersteller angegebener höchster Druck, für den das Druckgerät ausgelegt ist

ANMERKUNG 1 Grenzwert für den Arbeitsdruck, der weder bei eingeschalteter noch bei ausgeschalteter Anlage überschritten werden sollte.

ANMERKUNG 2 Die Druckgeräterichtlinie 97/23/EG verwendet für den maximal zulässigen Druck das Kurzzeichen „PS“.

ANMERKUNG 3 Der tief gestellte Index „max“ wird an das Symbol für maximale Werte angefügt.

### **3.3.3**

#### **Konstruktionsdruck**

Druck, der für die Ermittlung des Berechnungsdruckes jedes Bauteils gewählt wird

ANMERKUNG Er wird bei der Ermittlung der erforderlichen Werkstoffe, der Wanddicke und der Auslegung der Bauteile im Hinblick auf ihre Druckfestigkeit angewendet.

### 3.3.4

#### **Festigkeits-Prüfdruck**

Druck, der angewandt wird, um die Festigkeit einer Kälteanlage oder eines beliebigen Teiles davon zu prüfen

### 3.3.5

#### **Dichtheits-Prüfdruck**

Druck, der angewandt wird, um die Dichtheit einer Kälteanlage oder eines beliebigen Teiles davon zu prüfen

### 3.3.6

#### **Saugdruck-Grenzwert**

Druck, bei dem der Volumenstrom eines Radialverdichters instabil wird

## 3.4 Bauteile der Kälteanlagen

### 3.4.1

#### **kältetechnische Einrichtung**

Gesamtheit aller Bauteile einer Kälteanlage sowie die gesamte, für deren Betrieb erforderliche Ausrüstung

### 3.4.2

#### **kältetechnische Komponenten**

Bauteile, die einen Teil der Kälteanlage bilden, z. B. Verdichter, Verflüssiger, Austreiber, Absorber, Adsorber, Flüssigkeitssammler, Verdampfer, Abscheider

### 3.4.3

#### **Verdichter**

Einrichtung zur mechanischen Erhöhung des Druckes eines gasförmigen Kältemittels

### 3.4.4

#### **Motorverdichter**

Kombination aus Elektromotor und Verdichter in einer Einheit

#### 3.4.4.1

##### **hermetischer Motorverdichter**

Kombination, bestehend aus Verdichter und Elektromotor, die sich beide in demselben Gehäuse befinden, ohne Welle oder Wellenabdichtungen nach außen, wobei der Elektromotor in einem Gemisch aus Öl und Kältemitteldampf arbeitet

#### 3.4.4.2

##### **halbhermetischer Motorverdichter**

Kombination, bestehend aus Verdichter und Elektromotor, die sich beide in demselben Gehäuse mit abnehmbaren Montagedeckeln befinden, jedoch ohne Welle oder Wellenabdichtungen nach außen, wobei der Elektromotor in einem Gemisch aus Öl und Kältemitteldampf arbeitet

#### 3.4.4.3

##### **Spaltrohr-Motorverdichter**

Motorverdichter in einem dichten, die Motorwicklung nicht einschließenden Gehäuse und ohne Welle nach außen

### 3.4.5

#### **offener Verdichter**

Verdichter, dessen Antriebswelle durch das kältemitteldichte Gehäuse geführt ist

### 3.4.6

#### **Verdrängerverdichter**

Verdichter, in dem die Verdichtung durch Änderung des Inhaltes im Verdichtungsraum erreicht wird

### 3.4.7

#### **Strömungsverdichter**

Verdichter, in dem die Verdichtung ohne Änderung des Inhaltes im Verdichtungsraum erreicht wird

### **3.4.8**

#### **Druckbehälter**

jedes kältemittelführende Teil einer Kälteanlage außer:

- halbhermetische und offene Verdichter;
- Rohrschlangen (einschließlich ihrer Sammler), bestehend aus Rohren, mit Luft als Sekundärfluid;
- Rohrleitungen und dazugehörige Armaturen, Verbindungen und Fittings;
- Steuer- und Regelgeräte;
- Druckschalter, Druckmessgeräte, Flüssigkeitsanzeiger;
- Sicherheitsventile, Schmelzpfropfen, Berstscheiben;
- Pumpen

ANMERKUNG 1 In Anlehnung an die Richtlinie 97/23/EG.

ANMERKUNG 2 Für die in Kälteanlagen verwendeten halbhermetischen und offenen Verdichter kann Artikel 1.3.10 der Richtlinie 97/23/EG vom 29/05/1997 gelten, basierend auf den Arbeitsgruppen-Richtlinien WPG 1/11, 1/12 und 2/34.

### **3.4.9**

#### **Verflüssiger**

Wärmeaustauscher, in dem dampfförmiges Kältemittel durch Abführen von Wärme verflüssigt wird

### **3.4.10**

#### **Gaskühler**

Wärmeaustauscher in einem transkritischen System, in dem überkritisches Kältemittel durch Abführen von Wärme gekühlt wird

### **3.4.11**

#### **Flüssigkeitssamler**

Behälter, der durch Ein- und Austrittsrohrleitungen ständig in eine Anlage eingebunden ist und zur Aufnahme von flüssigem Kältemittel dient

### **3.4.12**

#### **Speicher**

zur Aufnahme von flüssigem Kältemittel geeigneter Behälter mit dauerhafter Verbindung zwischen Verdampferaustritt und Verdichtersaugseite

### **3.4.13**

#### **Verdampfer**

Wärmeaustauscher, in dem flüssiges Kältemittel durch Wärmeaufnahme von dem zu kühlenden Gut verdampft

### **3.4.14**

#### **Rohrschlange**

Rohrregister

Teil der Kälteanlage aus gebogenen oder geraden Rohren, die miteinander verbunden sind und als Wärmeaustauscher (Verdampfer oder Verflüssiger) dienen

### **3.4.15**

#### **Verdichtersatz**

Kombination aus einem oder mehreren Verdichtern und den üblicherweise mitgelieferten Zubehörteilen

### **3.4.16**

#### **Verflüssigersatz**

Kombination aus einem oder mehreren Verdichtern, Verflüssigern oder Flüssigkeitssammlern (falls erforderlich) und den üblicherweise mitgelieferten Zubehörteilen

### **3.4.17**

#### **Abscheider**

Behälter, der Kältemittel bei niedrigem Druck und niedriger Temperatur enthält und der mit Flüssigkeitzuleitungs- und Dampfückleitungsrohren mit einem oder mehreren Verdampfer(n) verbunden ist

### **3.4.18**

#### **Bruttoinhalt**

Inhalt, der sich ohne Berücksichtigung des Rauminhalts von Einbauten aus den Innenabmessungen des Behälters errechnet

### **3.4.19**

#### **Nettoinhalt**

Inhalt, der sich ohne den Rauminhalt von festen Einbauten aus den Innenabmessungen des Behälters errechnet

### **3.4.20**

#### **baumustergeprüftes Bauteil**

Bauteil, an dem die Prüfung eines oder mehrerer Baumuster dieses Bauteils nach einer Norm über die Bauartzulassung durchgeführt wird

## **3.5 Rohrleitungen und Verbindungen**

### **3.5.1**

#### **Rohrleitung**

alle Rohrleitungen nach dem Anwendungsbereich der EN 14276-2, d. h. Rohre (einschließlich Schläuche, Dehnungsausgleicher, Fittings oder flexible Rohre) zur Verbindung der verschiedenen Teile einer Kälteanlage

### **3.5.2**

#### **Verbindung**

Zusammenschluss von zwei Teilen

### **3.5.3**

#### **Schweißverbindung**

Verbindung, die durch das Zusammenfügen von metallischen Teilen in plastischem oder geschmolzenem Zustand entsteht

### **3.5.4**

#### **Hartlötverbindung**

Verbindung, die durch das Zusammenfügen von metallischen Teilen mit Legierungen entsteht, deren Schmelztemperatur im Allgemeinen über 450 °C liegt, jedoch unter der Schmelztemperatur der zusammengefügte Teile

### **3.5.5**

#### **Weichlötverbindung**

Verbindung, die durch das Zusammenfügen von metallischen Teilen mit Metallgemischen oder Legierungen entsteht, deren Schmelztemperaturen im Allgemeinen unter 450 °C liegen

### **3.5.6**

#### **Weichlötverbindung**

Verbindung, die durch das Zusammenfügen von metallischen Teilen mit Metallgemischen oder Legierungen entsteht, deren Schmelztemperaturen im Allgemeinen unter 200 °C liegen

### **3.5.7**

#### **Flanschverbindung**

Verbindung, die durch das Verschrauben von zwei Flanschen hergestellt wird

### **3.5.8**

#### **Bördelverbindung**

metallische Druckverbindung, bei der das Rohrende konisch aufgeweitet ist

### **3.5.9**

#### **Druckverbindung**

Verbindung, die durch Verformung eines Druckringes dicht wird

### **3.5.10**

#### **Rohrende mit Gewinde**

Rohrende mit zylindrischem oder kegeligem Gewinde, das durch Zusatzwerkstoffe oder Verformung der Gewindefassung seine Dichtheit erhält

### **3.5.11**

#### **Sammel- und Verteilstück**

Rohrteil einer Kälteanlage, an das mehrere andere Rohre angeschlossen sind

### **3.5.12**

#### **Absperrrichtung**

Vorrichtung zur Unterbrechung des Flüssigkeits- oder Gasstromes, z. B. Kältemittel, Sole

### **3.5.13**

#### **Verbindungsarmaturen**

Trennarmaturen

zwei zusammenpassende Absperrarmaturen, die Teile von Anlagen absperren und so wirken, dass diese Teile miteinander verbunden werden können, bevor sich die Armaturen öffnen, oder voneinander getrennt werden können, nachdem diese sich geschlossen haben

### **3.5.14**

#### **Schnellschlussventil**

Absperrrichtung, die entweder selbsttätig schließt (z. B. durch Gewicht, Federkraft, Kugelschnellschluss) oder einen Schließwinkel von höchstens 130° hat

### **3.5.15**

#### **Absperrventil**

Ventile, die in Schließstellung den Durchfluss in jede Richtung verhindern

### **3.5.16**

#### **gesperrtes Ventil**

geschlossenes oder anderweitig blockiertes Ventil, das nur von sachkundigen Personen betätigt werden kann

### **3.5.17**

#### **Nennweite**

#### **DN**

Numerische Größenbezeichnung, welche für alle Bauteile eines Rohrsystems benutzt wird, für die nicht der Außendurchmesser oder die Gewindegröße angegeben werden. Es handelt sich um eine gerundete Zahl, die als Nenngröße dient und nur näherungsweise mit den Fertigungsmaßen in Beziehung steht. Die Nennweite wird durch DN, gefolgt von einer Zahl, ausgedrückt.

## **3.6 Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion**

### **3.6.1**

#### **Druckentlastungseinrichtung**

Druckentlastungsventil oder Berstscheibeneinrichtung, die so ausgelegt ist, dass ein überhöhter Druck selbsttätig abgebaut wird

### **3.6.2**

#### **Druckentlastungsventil**

auf Druck ansprechendes Ventil, das durch eine Feder oder andere Mittel geschlossen gehalten wird und das so ausgelegt ist, dass überhöhter Druck selbsttätig abgebaut wird, indem es bei einem Einstelldruck zu öffnen beginnt und das sich wieder schließt, nachdem der Druck unter den Einstelldruck gefallen ist

### **3.6.3**

#### **Berstscheibe**

Scheibe oder Folie, die bei einem festgelegten Differenzdruck birst

### **3.6.4**

#### **Schmelzpfropfen**

Vorrichtung, die ein Material enthält, das bei einer festgelegten Temperatur schmilzt und dabei den Druck abbaut

### **3.6.5**

#### **Temperaturbegrenzungseinrichtung**

auf Temperatur ansprechende Einrichtung, die dazu bestimmt ist, unzulässige Temperaturen zu verhindern



### 3.6.6

#### **baumustergeprüfter Temperaturbegrenzer**

Sicherheitsschalteneinrichtung, die baumustergeprüft und eigensicher ausgelegt ist, so dass bei einem Defekt oder einer Fehlfunktion der Einrichtung die Energiezufuhr unterbrochen wird

### 3.6.7

#### **Sicherheitsschalteneinrichtung zur Druckbegrenzung**

auf Druck ansprechende Einrichtung, die dazu bestimmt ist, den Druckerzeuger abzuschalten

#### 3.6.7.1

##### **Druckwächter**

Schalteneinrichtung, die selbsttätig wieder einschaltet

ANMERKUNG Sie wird zum Schutz gegen zu hohen Druck (steigender Druck) PSH und zum Schutz gegen zu niedrigen Druck (fallender Druck) PSL genannt.

#### 3.6.7.2

##### **baumustergeprüfter Druckwächter**

Sicherheitsschalteneinrichtung zur Druckbegrenzung, die nach EN 12263 baumustergeprüft ist, und die selbsttätig wieder einschaltet.

ANMERKUNG Sie wird zum Schutz gegen zu hohen Druck (steigender Druck) PSH und zum Schutz gegen zu niedrigen Druck (fallender Druck) PSL genannt.

#### 3.6.7.3

##### **baumustergeprüfter Druckbegrenzer**

Sicherheitsschalteneinrichtung zur Druckbegrenzung, die nach EN 12263 baumustergeprüft ist, und die von Hand zurückgestellt wird.

ANMERKUNG Sie wird zum Schutz gegen zu hohen Druck (steigender Druck) PZH und zum Schutz gegen zu niedrigen Druck (fallender Druck) PZL genannt.

#### 3.6.7.4

##### **baumustergeprüfter Sicherheitsdruckbegrenzer**

Sicherheitsschalteneinrichtung zur Druckbegrenzung, die nach EN 12263 baumustergeprüft ist, die von Hand nur unter Zuhilfenahme eines Werkzeuges zurückgestellt wird.

ANMERKUNG Sie wird zum Schutz gegen zu hohen Druck (steigender Druck) PZHH und zum Schutz gegen zu niedrigen Druck (fallender Druck) PZLL genannt.

### 3.6.8

#### **Wechselventil**

Ventil, das zwei Sicherheitseinrichtungen beaufschlagt und so angeordnet ist, dass jeweils nur eine außer Funktion gesetzt werden kann

### 3.6.9

#### **Kältemitteldetektor**

Meldeeinrichtung, die auf eine voreingestellte Kältemittelgasmenge in dem Umfeld anspricht

### 3.6.10

#### **Überströmventil**

Druckentlastungseinrichtung, die zu einem Teil der Kälteanlage mit niedrigerem Druck abbläst

### 3.6.11

#### **Schutzeinrichtung gegen Druckstöße (Druckspitzen)**

Einrichtung, die den Verdichter nach wenigen Druckstößen abschaltet (z. B. nach Messung von Druckdifferenzen über dem Verdichter oder der Stromaufnahme im Antriebsmotor)

### 3.6.12

#### **Flüssigkeitsstandbegrenzer**

auf den Flüssigkeitsstand ansprechende Einrichtung, die dazu bestimmt ist, einen unzulässigen Flüssigkeitsstand zu verhindern

### **3.6.13**

#### **Selbstschlussventil**

Ventil, das selbsttätig schließt, z. B. durch Gewicht oder Federkraft

## **3.7 Fluide**

### **3.7.1**

#### **Kältemittel**

Fluid, das zur Wärmeübertragung in einer Kälteanlage eingesetzt wird, und das bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme aufnimmt und bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme abgibt, wobei üblicherweise Zustandsänderungen des Fluids erfolgen

### **3.7.2**

#### **Wärmeträger**

Fluid (z. B. Sole, Wasser, Luft), das üblicherweise ohne Zustandsänderung oder mit Zustandsänderung bei gleichem Druck (z. B. R744) Wärme überträgt. Bei Verwendung der in Anhang E aufgeführten Fluide werden alle Anforderungen an Kältemittel erfüllt — auch bei ihrem Einsatz als Wärmeträger.

### **3.7.3**

#### **Giftigkeit**

Toxizität

Eigenschaft eines Fluids, bei kurzzeitiger oder andauernder Einwirkung durch Berühren, Einatmen oder Einnehmen schädlich oder tödlich zu sein

ANMERKUNG Zeitweilige Beschwerden, die die Gesundheit nicht beeinträchtigen, gelten nicht als schädlich.

### **3.7.4**

#### **untere Explosionsgrenze**

(en: lower flammability limit)

#### **LFL**

geringste Konzentration eines Kältemittels, die in einem homogenen Gemisch mit Luft gezündet werden kann

### **3.7.5**

#### **Fraktionierung**

Änderung der Zusammensetzung eines Kältemittelgemisches, z. B. durch Verdampfen des/der flüchtigeren Bestandteile(s) oder Verflüssigung des/der weniger flüchtigen Bestandteile(s)

### **3.7.6**

#### **Außenluft**

Luft von außerhalb des Gebäudes

### **3.7.7**

#### **Halogenkohlenwasserstoff und Kohlenwasserstoff**

das sind:

FCKW: Vollhalogenierter (ohne Wasserstoff), Kohlenwasserstoff, der Chlor, Fluor und Kohlenstoff enthält;

HFCKW: Teilhalogenierter Kohlenwasserstoff, der Wasserstoff, Chlor, Fluor und Kohlenstoff enthält;

HFKW: Teilhalogenierter Kohlenwasserstoff, der nur Wasserstoff, Fluor und Kohlenstoff enthält;

FKW: Kohlenwasserstoff, der nur Fluor und Kohlenstoff enthält;

KW: Kohlenwasserstoff, der nur Wasserstoff und Kohlenstoff enthält

### **3.7.8**

#### **Rückgewinnung**

Entnahme von Kältemittel aus einer Anlage und Aufbewahrung in einem separaten Behälter

### **3.7.9**

#### **Recycling**

Reduzierung von Verunreinigungen in gebrauchten Kältemitteln durch Abscheiden von Öl, Entfernen von nichtkondensierbaren Gasen und die Verwendung von Geräten wie Filter, Trockner oder Filtertrockner, um die Feuchtigkeit, den Säuregehalt und den Gehalt an Partikeln zu verringern. Ziel des Recycling ist die Wiederverwendung des rückgewonnenen Kältemittels.

### 3.7.10

#### **Wiederaufbereitung**

Aufarbeitung von gebrauchten Kältemitteln nach den Festlegungen für ungebrauchte Produkte

ANMERKUNG Mit einer chemischen Analyse des Kältemittels wird festgestellt, ob die entsprechenden Festlegungen eingehalten werden. Die Bestimmung der Verunreinigungen und die erforderliche chemische Analyse sind in nationalen und Internationalen Normen über ungebrauchte Produkte festgelegt.

### 3.7.11

#### **Entsorgung**

Weitergabe eines Erzeugnisses an eine andere Stelle, in der Regel, um es zu vernichten

### 3.7.12

#### **Siedepunkt**

Sättigungstemperatur eines flüssigen Kältemittels bei dem festgelegten Druck; die Temperatur, bei der ein flüssiges Kältemittel zu sieden beginnt

ANMERKUNG Der Siedepunkt eines zeotropen Kältemittel-Gemisches bei konstantem Druck ist niedriger als der Taupunkt.

### 3.7.13

#### **Selbstentzündungstemperatur eines Stoffes**

niedrigste Temperatur, bei oder ab der ein chemischer Stoff in einer Normalatmosphäre ohne äußere Zündquelle, wie z. B. eine Flamme oder Funkenschlag, verbrennen kann

## 3.8 Verschiedenes

### 3.8.1

#### **Sachkunde**

Fähigkeit, die in einem Beruf geforderten Tätigkeiten fachgerecht auszuführen

ANMERKUNG Die Sachkunde von Personal ist in EN 13313 festgelegt.

### 3.8.2

#### **Komfort-Luftkonditionierung**

Verfahren zur Behandlung von Luft, um die Anforderungen an die Behaglichkeit von Personen, die sich in dem jeweiligen Bereich aufhalten, zu erfüllen

### 3.8.3

#### **unabhängiges Atemschutzgerät**

Isoliergerät

frei tragbares Atemschutzgerät mit Druckluftversorgung, unabhängig von der Umgebungsatmosphäre, bei dem die verbrauchte Luft ohne Rückführung in die Umgebungsatmosphäre geht

### 3.8.4

#### **Vakuumverfahren**

Verfahren, mit dem die Gasdichtheit einer ungefüllten Anlage überprüft wird, indem diese einem Unterdruck ausgesetzt wird

ANMERKUNG Beim Absaugen wird auch die Feuchtigkeit in einer Anlage beseitigt.

### 3.8.5

#### **fabrikmäßig hergestellt**

an einem bestimmten Produktionsort nach einem anerkannten Qualitätsmanagementsystem hergestellt

## **4 Klassifikation**

### **4.1 Kälteanlagen**

#### **4.1.1 Allgemeines**

Kälteanlagen werden entsprechend der Art und Weise eingeteilt, wie sie Wärme der Atmosphäre oder dem zu erwärmenden oder zu kühlenden Gut entziehen (Kühlung) oder an dieses abgeben (Erwärmung) wie in 4.1.2 und 4.1.3 (siehe auch Tabelle C.1) angegeben.

#### **4.1.2 Direktes System**

Der Verdampfer oder Verflüssiger der Kälteanlage befindet sich in direkter Verbindung mit dem/der zu kühlenden oder zu erwärmenden Luft/Gut (Wärmeträger). Anlagen, in denen sich ein Sekundärkühlmittel in direkter Verbindung mit dem/der zu kühlenden oder zu erwärmenden Luft/Gut befindet (Sprüh- oder Kanalsysteme) gelten als direkte Systeme.

#### **4.1.3 Indirektes System**

Der Verdampfer kühlt oder der Verflüssiger erwärmt den Wärmeträger, der durch einen geschlossenen Kreislauf mit Wärmeaustauschern fließt, die in direkter Verbindung mit dem zu behandelnden Gut stehen.

ANMERKUNG In 4.4 sind praktische Beispiele für direkte und indirekte Systeme angegeben.

## **4.2 Aufstellungsbereiche**

### **4.2.1 Allgemeines**

Die Aufstellungsbereiche werden unter Berücksichtigung der Sicherheit von Personen, die bei einer Störung des Betriebs einer Kälteanlage direkt beeinträchtigt werden können, in Klassen eingeteilt.

Für die Sicherheit von Kälteanlagen werden der Aufstellungsort, die Anzahl der Personen, die sich an diesem Ort aufhalten sowie die Klassen der Aufstellungsbereiche berücksichtigt. Maschinenräume (siehe 3.2.1 und 3.2.2) gelten als Räume ohne Personenaufenthalt.

#### **4.2.2 Allgemeiner Aufstellungsbereich — Klasse A**

Aufstellungsort, an dem Personen schlafen dürfen oder an dem sich eine unkontrollierte Anzahl von Personen aufhält oder zu denen jede Person Zutritt hat, ohne persönlich mit den Sicherheitsvorkehrungen vertraut zu sein.

BEISPIELE Krankenhäuser, Gefängnisse, Pflegeheime, Theater, Supermärkte, Bahnhöfe, Hotels, Vortragsräume, Wohnungen, Gaststätten, Eisbahnen.

#### **4.2.3 Überwachter Aufstellungsbereich — Klasse B**

Räume, Gebäudeteile oder Gebäude, in denen sich nur eine bestimmte Anzahl von Personen aufhalten darf, von denen mindestens einige mit den allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen vertraut sein müssen.

BEISPIELE Laboratorien, Räume für allgemeine Fabrikationszwecke, Bürogebäude.

#### **4.2.4 Aufstellungsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben — Klasse C**

Aufstellungsbereich, der für die Öffentlichkeit nicht zugänglich ist und zu dem nur befugte Personen Zutritt haben. Befugte Personen müssen mit den allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtungen vertraut sein (z. B. industrielle Produktionsbereiche).

BEISPIEL Kühlhallen, Raffinerien, Schlachthöfe, nicht öffentliche Bereiche in Supermärkten, Produktionseinrichtungen, z. B. für Chemikalien, Nahrungsmittel, Industrie- und Speiseeis.

#### 4.2.5 Aufstellungsbereiche, für die mehrere Klassen zutreffen

Sind für den Aufstellungsbereich mehrere Klassen möglich, gelten die strengeren Anforderungen. Sind die Aufstellungsbereiche räumlich voneinander getrennt, z. B. durch abgedichtete Wände, Böden und Decken, dann gelten die Anforderungen, die an die jeweilige Klasse gestellt werden.

ANMERKUNG Die Sicherheit angrenzender Grundstücke sowie von Beschäftigten in Bereichen direkt neben einer Kälteanlage ist zu berücksichtigen. Kältemittel, die schwerer als Luft sind, können an tiefen Stellen einen Sauerstoffmangel verursachen [siehe Molekularmasse in Anhang E (informativ)].

**Tabelle 1 — Klassen der Aufstellungsbereiche**

Klasse	Allgemeine Merkmale	Beispiele <sup>a</sup>
Allgemeiner Aufstellungsbereich A	Räume, Gebäudeteile, Gebäude — in denen Personen schlafen dürfen; — in denen Personen in ihrer Bewegung eingeschränkt sind; — in denen sich eine unkontrollierte Anzahl von Personen aufhält oder zu denen jede Person Zutritt hat, ohne persönlich mit den Sicherheitsvorkehrungen vertraut zu sein.	Krankenhäuser, Gerichtsgebäude oder Gefängnisse, Theater, Supermärkte, Schulen, Vortragsräume, Bahnhöfe, Hotels, Wohnungen, Gaststätten
Überwachter Aufstellungsbereich B	Räume Gebäudeteile, Gebäude, in denen sich nur eine bestimmte Anzahl von Personen aufhalten darf, von denen mindestens einige mit den allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sein müssen.	Büro- oder Geschäftsräume, Laboratorien, Räume für allgemeine Fabrikations- und Arbeitszwecke.
Aufstellungsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben C	Räume, Gebäudeteile, Gebäude, zu denen nur befugte Personen Zutritt haben, die mit den allgemeinen und besonderen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtungen vertraut sind und in denen Materialien oder Güter hergestellt, verarbeitet oder gelagert werden.	Produktionseinrichtungen, z. B. für Chemikalien, Nahrungsmittel, Getränke, Industrie- und Speiseeis, Raffinerien, Kühlhallen, Molkereien, Schlachthöfe, nicht öffentliche Bereiche in Supermärkten.
<sup>a</sup> Die Liste der Beispiele ist nicht vollständig.		

#### 4.3 Bezeichnung und Klassifikation von Kältemitteln

Die Kältemittel sind im Hinblick auf ihre Brennbarkeit und Giftigkeit (Toxizität) nach Anhang F eingeteilt.

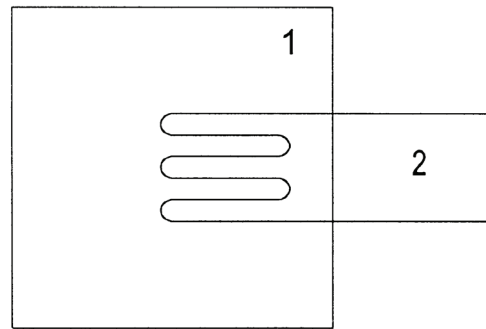
Die Bezeichnungen und Klassifikationen von Kältemitteln sind in Anhang E aufgeführt, der auch die Gruppen der Fluide nach der Einteilung in der Richtlinie 97/23/EG (Druckgeräterichtlinie) enthält.

#### 4.4 Beispiele für Anlagen

##### 4.4.1 Direkte Systeme

##### 4.4.1.1 Direktes System

Kältemittelführende Teile sind innerhalb des Personen-Aufenthaltsbereiches untergebracht, in dem das Kältemittel bei einer Leckage austreten könnte.



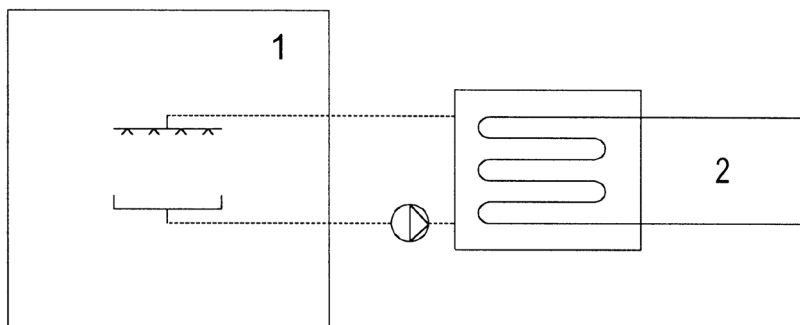
**Legende**

- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)

**Bild 1 a — Direktes System**

**4.4.1.2 Offenes Sprühsystem**

Der Wärmeträger befindet sich an der Stelle in direkter Verbindung mit kältemittelführenden Teilen, an der der indirekte Kreislauf zum Personen-Aufenthaltsbereich hin offen ist. Bei einer Leckage könnte Kältemittel in den Personen-Aufenthaltsbereich gelangen.



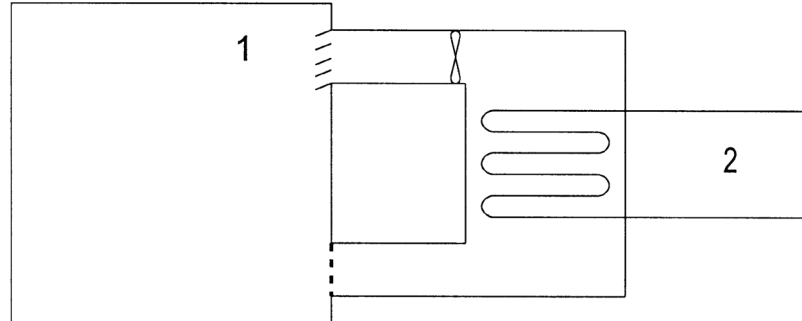
**Legende**

- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)

**Bild 1 b — Offenes Sprühsystem**

#### 4.4.1.3 Direktes Kanalsystem

Die kanalgeführte Luft befindet sich an der Stelle in direkter Verbindung mit kältemittelführenden Teilen, an der die konditionierte Luft in den Personen-Aufenthaltsbereich eingeleitet wird. Bei einer Leckage könnte Kältemittel in den Personen-Aufenthaltsbereich gelangen.



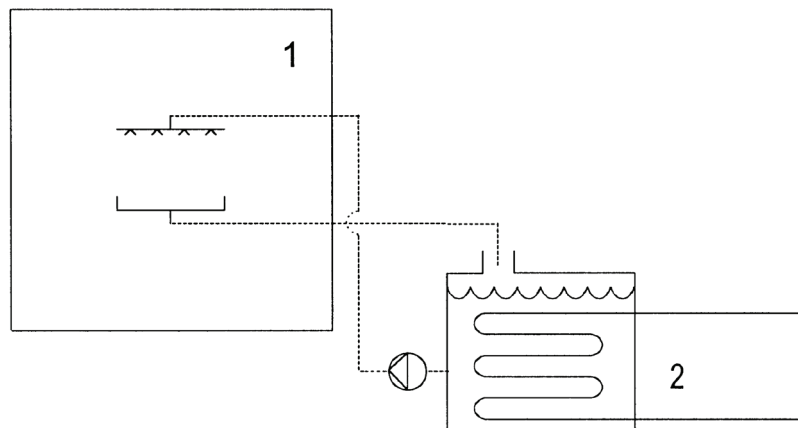
#### Legende

- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)

Bild 1 c — Direktes Kanalsystem

#### 4.4.1.4 Offenes belüftetes Sprühsystem

Der Wärmeträger befindet sich an der Stelle in direkter Verbindung mit kältemittelführenden Teilen, an der der indirekte Kreislauf zum Personen-Aufenthaltsbereich hin offen ist. Bei einer Leckage könnte Kältemittel in den Personen-Aufenthaltsbereich gelangen.



#### Legende

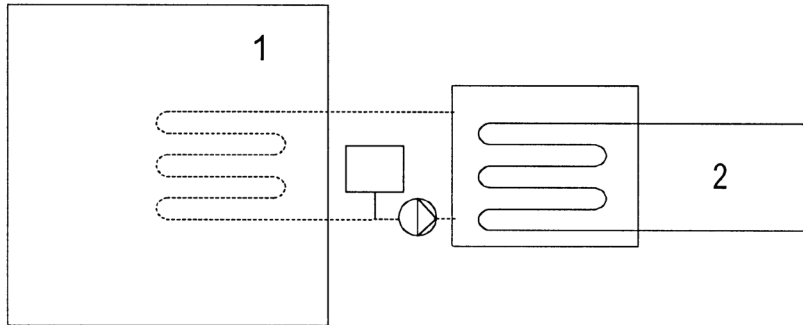
- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)

Bild 1 d — Offenes belüftetes Sprühsystem

#### 4.4.2 Indirekte Systems

##### 4.4.2.1 Indirekt geschlossenes System

Der Wärmeträger befindet sich in direkter Verbindung mit kältemittelführenden Teilen, die in den Personen-Aufenthaltsbereich führen. Bei einer Leckage im indirekten Kreislauf könnte Kältemittel in den Personen-Aufenthaltsbereich gelangen.



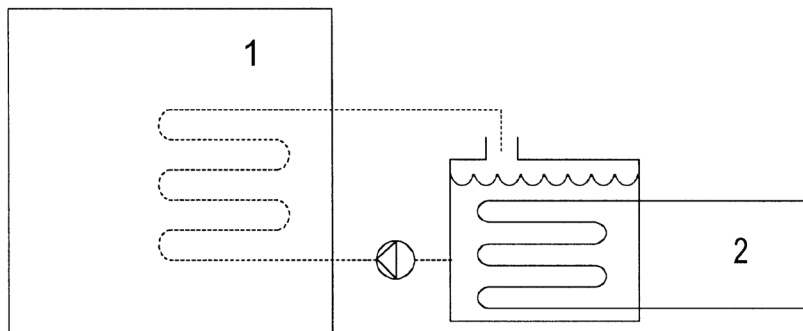
#### Legende

- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)

**Bild 2 a — Indirekt geschlossenes System**

##### 4.4.2.2 Indirekt belüftetes System

Der Wärmeträger befindet sich innerhalb eines belüfteten oder doppelwandigen Wärmeaustauschers in direkter Verbindung mit kältemittelführenden Teilen. Bei einer Leckage wird Kältemittel aus dem Wärmeaustauscher entlüftet und gelangt nicht in den indirekten Kreislauf.



#### Legende

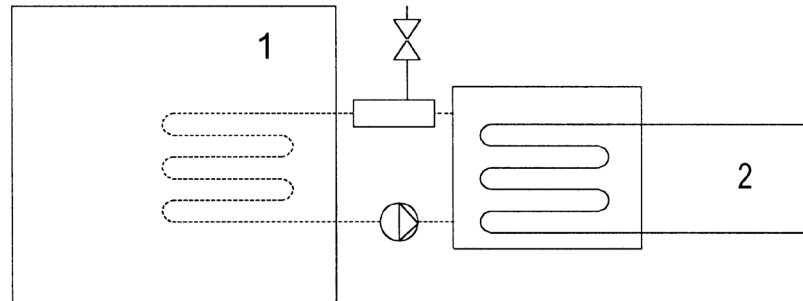
- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)

**Bild 2 b — Indirekt belüftetes System**



#### 4.4.2.3 Indirekt belüftetes geschlossenes System

Der Wärmeträger befindet sich in direkter Verbindung mit kältemittelführenden Teilen und der indirekte Kreislauf enthält innerhalb des Kreislaufs eine Belüftung des Kältemittels. Bei einer Leckage wird Kältemittel aus dem Kreislauf entlüftet.



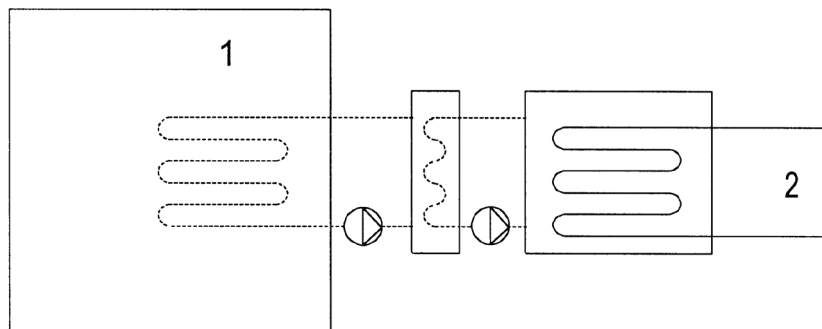
#### Legende

- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)

**Bild 2 c — Indirekt belüftetes geschlossenes System**

#### 4.4.2.4 Doppelt indirektes System

Der Wärmeträger befindet sich in direkter Verbindung mit kältemittelführenden Teilen und die Wärme wird über einen zweiten indirekten Kreislauf ausgetauscht, der in den Personen-Aufenthaltsbereich führt. Bei einer Leckage kann das Kältemittel nicht in den Personen-Aufenthaltsbereich gelangen.



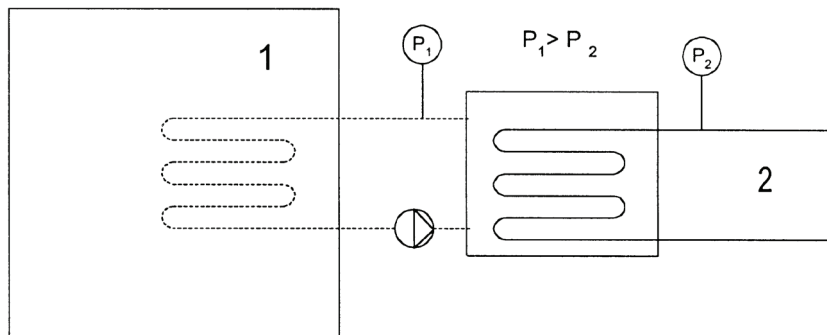
#### Legende

- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)

**Bild 2 d — Doppelt indirektes System**

#### 4.4.2.5 Indirektes Hochdrucksystem

Der Wärmeträger weist einen höheren Druck auf als die kältemittelführenden Teile. Bei einer Leckage kann das Kühlmittel nicht in den indirekten Kreislauf gelangen.



#### Legende

- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(s) Teil(e)
- P<sub>1</sub> Druck 1
- P<sub>2</sub> Druck 2

Bild 2 e — Indirektes Hochdrucksystem

#### 4.5 Besondere Anforderungen an Eissportanlagen

Eissportanlagen sind als allgemeine Aufstellungsbereiche Klasse A eingeteilt. Es müssen ausreichend Möglichkeiten für die Rettung im Notfall vorhanden sein. Genaue Anforderungen für Kälteanlagen für Eissportanlagen siehe normativen Anhang G.

## Anhang A (informativ)

### Gleichbedeutende Benennungen in Deutsch, Englisch und Französisch

Verzeichnis der in der Norm definierten Begriffe	Index of the terms defined in the standard	Répertoire des termes définis dans la norme	Abschnittsnummer
Abscheider	surge drum	réservoir-tampon	3.4.17
Absorptions- oder Adsorptionsanlage	absorption or adsorption system	système à absorption ou à adsorption	3.1.5
Absperrereinrichtung	shut-off device	dispositif d'arrêt	3.5.12
Absperrventil	isolating valves	robinet, de sectionnement	3.5.15
Anlage mit begrenzter Füllmenge	limited charge system	système à charge limitée	3.1.4
Ausgang	exit	Sortie	3.2.7
Ausgangskorridor	exit passageway	passage de sortie	3.2.8
Außenluft	outside air	air extérieur	3.7.6
Baugruppe	assembly	assemblage	3.1.13
baumustergeprüfter Druckbegrenzer	type approved pressure cut out	ayant subi un essai de type pressostat	3.6.7.3
baumustergeprüfter Druckwächter	type approved pressure limiter	ayant subi un essai de type limiteur de pression	3.6.7.2
baumustergeprüfter Sicherheitsdruckbegrenzer	type approved safety pressure cut out	ayant subi un essai de type pressostat de sécurité	3.6.7.4
baumustergeprüfter Temperaturbegrenzer	type approved temperature limiter	ayant subi un essai de type limiteur de température	3.6.6
baumustergeprüftes Bauteil	type approved component	ayant subi un essai de type component	3.4.20
Bauteil	component	Composant	3.1.14
Berstscheibe	bursting disc	disque de rupture	3.6.3
besonderer Maschinenraum	refrigeration machinery room	salle des machines de réfrigération	3.2.2
betriebsfertiger Kältesatz	unit system	système monobloc	3.1.3
Bördelverbindung	flared joint	joint évasé	3.5.8
Bruttoinhalt	internal gross volume	volume interne brut	3.4.18
dauerhaft geschlossene Anlage	sealed system	système scellé	3.1.7
Dichtheitsprüfdruck	tightness test pressure	pression de l'essai d'étanchéité	3.3.5
direkte Verbindung	direct communication	communication directe	3.2.10
Druckbehälter	pressure vessel	réservoir à pression	3.4.8
Druckentlastungseinrichtung	pressure relief device	dispositif de surpression	3.6.1
Druckentlastungsventil	pressure relief valve	soupape de sécurité	3.6.2
Druckverbindung	compression joint	joint par compression	3.5.9
Druckwächter	pressure limiter	limiteur de pression	3.6.7.1

(fortgesetzt)

Verzeichnis der in der Norm definierten Begriffe	Index of the terms defined in the standard	Répertoire des termes définis dans la norme	Abschnittsnummer
Durchgang	hallway	Corridor	3.2.6
Entsorgung	disposal	mise à disposition	3.7.11
fabrikmäßig hergestellt	factory made	fabriqué en usine	3.8.5
Festigkeits-Prüfdruck	strength test pressure	pression de l'essai de résistance	3.3.4
Flanschverbindung	flanged joint	joint à bride	3.5.7
Flucht-/Rettungsweg	escape duct	passage de fuite	3.2.12
Flüssigkeitssammler	liquid receiver	réservoir de liquide	3.4.11
Flüssigkeitsstandsbegrenzer	liquid level cut out	limiteur de niveau de liquides	3.6.12
Fraktionierung	fractionation	Fractionnement	3.7.5
Gaskühler	gas cooler	repositseu de gaz	3.4.10
	<b>A2</b> gelöschter Text <b>A2</b>		
gesperrtes Ventil	locked valve	soupape verrouillée	3.5.16
Giftigkeit (Toxizität)	toxicity	Toxicité	3.7.3
halbhermetischer Motorverdichter	semihermetic (accessible hermetic) motor compressor	motocompresseur hermétique accessible	3.4.4.2
Hartlötverbindung	brazed joint	joint brasé fort	3.5.4
hermetischer Motorverdichter	hermetic motorcompressor	motocompresseur hermétique	3.4.4.1
Hochdruckseite	high pressure side	Côte haute pression	<b>A2</b> 3.1.8 <b>A2</b>
im Freien	open air	air libre	3.2.11
indirektes Kühl- oder Heizsystem	secondary cooling or heating system	système secondaire de refroidissement ou de chauffage	3.1.6
Kälteanlage [Wärmepumpe]	refrigerating system [heat pump]	système de réfrigération [pompe à chaleur]	3.1.1
Kältemittel	refrigerant	fluide frigorigène	3.7.1
Kältemitteldetektor	refrigerant detector	détecteur de fluide frigorigène	3.6.9
Kältesatz	self-contained system	système autonome	3.1.2
kältetechnische Einrichtung	refrigerating installation	installation de réfrigération	3.4.1
kältetechnische Komponenten	refrigerating equipment	composants frigorifiques	3.4.2
Kaskadensystem	cascade system	système en cascade	<b>A2</b> 3.1.11 <b>A2</b>
Kohlenwasserstoff und Halogen-Kohlenwasserstoff	halocarbon and hydrocarbon	hydrocarbure/halocarbure	3.7.7
Komfort-Luftkonditionierung	comfort air conditioning	conditionnement de l'air de confort	3.8.2
Konstruktionsdruck	design pressure	pression de conception	3.3.3
Kriechgang (Hohlraum)	crawl spaces	vide sanitaire	3.2.13
Kühlraum	cold room	enceinte réfrigérée	3.2.9
Luftschleuse	air lock	Sas	3.2.4
Maschinenraum	machinery room	salles des machine	3.2.1
maximal zulässiger Druck	maximum allowable pressure	pression maximale admissible	3.3.2
Motorverdichter	motorcompressor	Motocompresseur	3.4.4
Nennweite (DN)			3.5.17
Nettoinhalt	internal net volume	volume interne net	3.4.1.9

(fortgesetzt)

<b>Verzeichnis der in der Norm definierten Begriffe</b>	<b>Index of the terms defined in the standard</b>	<b>Répertoire des termes définis dans la norme</b>	<b>Abschnittsnummer</b>
Niederdruckseite	low pressure side	côte basse pression	3.1.9 <sup>A2</sup>
offener Verdichter	open compressor	compresseur ouvert	3.4.5
Ortsveränderliche Anlage; Kälteanlage	mobile system	système mobile	3.1.10 <sup>A2</sup>
Personen-Aufenthaltsbereich (Aufenthaltsbereich)	occupied space	espace occupé par des personnes	3.2.3
Recycling	recycle	Recycler	3.7.9
Rohrende mit Gewinde	pipe thread end	joint fileté conique	3.5.10
Rohrleitung	piping	Tuyauterie	3.5.1
Rohrschlange (Rohrregister)	coil (grid)	Serpentin	3.4.14
Rückgewinnung	recover	Récupérer	3.7.8
Sachkunde	competence	Compétence	3.8.1
Sammel- und Verteilstück	header	Collecteur	3.5.11
Saugdruck-Grenzwert	surge limit	pression de crête	3.3.6
Schmelzpropfen	fusible plug	bouchon fusible	3.6.4
Schnellschlussventil	quick closing valve	robinet à fermeture rapide	3.5.14
Schutzeinrichtung gegen Druckstöße (Druckspitzen)	surge protection device	dispositif de limitation de surtensions	3.6.11
Schweißverbindung	welded joint	joint soudé	3.5.3
Selbstentzündungstemperatur eines Stoffes	autoignition temperature of a substance	température d'inflammation spontanée d'une matière	3.7.13
Selbstschlussventil	self closing valve	robinet à autofermeture	3.6.13
Sicherheitsschalteneinrichtung zur Druckbegrenzung	safety switching device for limiting the pressure	dispositif de sécurité de limitation de la pression	3.6.7
Spaltröhr-Motorverdichter	canned rotor motorcompressor	motocompresseur à rotor chemisé	3.4.4.3
Strömungsverdichter	non-positive displacement compressor	compresseur non volumétrique	3.4.7
Temperaturbegrenzungseinrichtung	temperature limiting device	dispositif de limitation de la température	3.6.5
transkritischer Kreislauf	transcritical cycle	cycle transcritique	3.1.12 <sup>A2</sup>
Überdruck	gauge pressure	pression effective	3.3.1
Überströmventil	overflow valve	supape de décharger	3.6.10
unabhängiges Atemschutzgerät (Isoliergerät)	self-contained breathing apparatus	appareil respiratoire	3.8.3
untere Explosionsgrenze	lower flammability limit	limite inférieure d'inflammabilité	3.7.4
Vakuumverfahren	vacuum procedure	tirage au vide	3.8.4
Verbindung	joint	Joint	3.5.2
Verbindungs-[Trenn-]armaturen	companion [block] valves	contre-robinets [ou robinets-vannes] de sectionnement	3.5.13
Verdampfer	evaporator	Évaporateur	3.4.13
Verdichter	compressor	Compresseur	3.4.3

(fortgesetzt)

<b>Verzeichnis der in der Norm definierten Begriffe</b>	<b>Index of the terms defined in the standard</b>	<b>Répertoire des termes définis dans la norme</b>	<b>Abschnittsnummer</b>
Verdichtersatz	compressor unit	groupe compresseur	3.4.15
Verdrängerverdichter	positive displacement compressor	compresseur volumétrique	3.4.6
Verflüssiger	condenser	Condenseur	3.4.9
Verflüssigungssatz	condensing unit	groupe de condensation	3.4.16
Vorhalle	lobby	hall d'entrée	3.2.5
Wärmepumpe [Kälteanlage]	heat pump [refrigerating system]	pompe à chaleur [système de réfrigération]	3.1.1
Wärmeträger	heat-transfer medium	fluide caloporteur	3.7.2
Wechselventil	changeover device	Inverseur	3.6.8
Weichlötverbindung (unter 220 °C)	soft soldered joint	joint brasé	3.5.6
Weichlötverbindung (unter 450 °C)	soldered joint	joint brasé tendre	3.5.5
Wiederaufbereitung	reclaim	Régénérer	3.7.10

## Anhang B (informativ)

### TEWI (Total Equivalent Warming Impact)

TEWI (Total Equivalent Warming Impact) ist ein Verfahren zur Abschätzung der globalen Erwärmung durch Erfassen sowohl des direkten Beitrags der Kältemittlemissionen in die Atmosphäre als auch des indirekten Beitrags der Kohlendioxid- und anderer Gasemissionen, verursacht durch die Erzeugung der für den Betrieb der Kälteanlage benötigten Energie während ihrer Lebensdauer.

TEWI dient der Berechnung des gesamten Beitrags eines Kälteprozesses zum Treibhauseffekt während seines Betriebes. Bestimmt wird sowohl die direkte Auswirkung des Kältemittels bei Freisetzung auf den Treibhauseffekt als auch der indirekte Beitrag der für den Betrieb der Anlage während ihrer üblichen Gesamtbetriebszeit erforderlichen Energie. TEWI gilt nur für den Vergleich von alternativen Anlagen oder wahlweise möglichen Kältemitteln für einen Anwendungsfall an einem bestimmten Aufstellungsort.

Bei einer gegebenen Anlage umfasst TEWI:

- die direkte Auswirkung auf den Treibhauseffekt durch Kältemittelverlust unter bestimmten Bedingungen;
- die direkte Auswirkung auf den Treibhauseffekt durch Gase, die aus Wärmedämmstoffen oder sonstigen Bauteilen abgegeben werden, falls zutreffend;
- die indirekte Auswirkung auf den Treibhauseffekt durch das CO<sub>2</sub> und andere Gase, die bei der Erzeugung der zum Betrieb der Anlage erforderlichen Energie freigesetzt werden, und die Leistungsverluste zwischen Energieerzeuger und Energieverbraucher.

Es ist möglich, durch das Anwenden von TEWI die wirkungsvollsten Maßnahmen zur Abschwächung des tatsächlichen Einflusses einer Kälteanlage auf den Treibhauseffekt zu finden. Hauptsächlichliche Möglichkeiten sind:

- Verminderung der Anforderungen an die Kältemittel-Füllmenge;
- Konstruktion/Auswahl der am besten geeigneten Kälteanlage sowie des Kältemittels —, um die Erfordernisse einer bestimmten Kälteanwendung zu erfüllen;
- Optimierung der Anlage auf den besten energetischen Wirkungsgrad (die beste Kombination und Anordnung von Bauteilen und Betriebsweise, um den Energiebedarf zu reduzieren);
- sachgerechte Instandhaltung, um den energetisch optimalen Betrieb aufrechtzuerhalten und Kältemittleckagen zu vermeiden (z. B. alle Anlagen werden durch sachgerechte Instandhaltung und sachgerechten Betrieb weiterhin verbessert);
- Rückgewinnung und Recycling/Wiederaufbereitung von gebrauchtem Kältemittel;
- Rückgewinnung und Recycling/Wiederaufbereitung von gebrauchten Dämmstoffen.

ANMERKUNG 1 Der energetische Wirkungsgrad hat daher den stärksten Einfluss auf die Verringerung des Treibhauseffektes bei der Kälteerzeugung. In vielen Fällen kann eine Kälteanlage mit einem guten Wirkungsgrad und einem Kältemittel, das ein Treibhauspotential aufweist, für die Umwelt besser sein, als eine Kälteanlage mit einem schlechten Wirkungsgrad und einem Kältemittel mit einem niedrigen GWP. Dies umso mehr, wenn Emissionen so gering wie möglich gehalten werden: Keine Leckage bedeutet kein direkter Treibhauseffekt.

Der TEWI-Faktor wird für eine bestimmte Kälteanlage berechnet und nicht nur für das Kältemittel selbst. Er ändert sich von einer Anlage zur anderen und hängt von Annahmen ab, die bezogen auf wesentliche Faktoren wie Betriebszeit, Lebensdauer, Umrechnungsfaktor und Wirkungsgrad gemacht werden. Bei einer gegebenen Anlage oder einem gegebenen Anwendungsfall liegt der größte Nutzen von TEWI darin, dass die Relation zwischen den direkten und indirekten Auswirkungen bestimmt wird.

Wenn die Kälteanlage beispielsweise nur Teil einer größeren Anlage ist, wie in einem indirekten Kreislauf/System (z. B. zentrale Kälteversorgung einer Luftkonditionierungsanlage), dann muss die gesamte Energieaufnahme während des Betriebs (einschließlich der Anfahr- und Übertragungsverluste der Luftkonditionierungsanlage) berücksichtigt werden, um zu einem aussagekräftigen Vergleich von TEWI-Faktoren zu gelangen.

Der TEWI-Faktor kann mit folgender Formel errechnet werden, in der die verschiedenen Anteile entsprechend getrennt sind.

$$TEWI = [GWP \times L \times n] + [GWP \times m (1 - \alpha_{\text{Rückgewinnung}})] + [n \times E_{\text{Jahr}} \times \beta]$$

Dabei ist

- $GWP \times L \times n$  der Anteil der Verluste durch Leckage;
- $GWP \times m (1 - \alpha_{\text{Rückgewinnung}})$  der Anteil der Verluste bei Rückgewinnung;
- $n \times E_{\text{Jahr}} \times \beta$  der Anteil aus der Energieaufnahme.

Dabei ist

- TEWI der gesamte, äquivalente Erwärmungsbeitrag, in Kilogramm CO<sub>2</sub>;
- GWP das Treibhauspotential, bezogen auf CO<sub>2</sub>;
- $L$  die Leckrate, in Kilogramm je Jahr;
- $n$  die Betriebszeit der Anlage, in Jahren;
- $m$  die Kältemittel-Füllmenge, in Kilogramm;
- $\alpha_{\text{Rückgewinnung}}$  der Faktor für Rückgewinnung/Recycling, 0 bis 1;
- $E_{\text{Jahr}}$  die Energieaufnahme, in Kilowatt-Stunde je Jahr;
- $\beta$  die CO<sub>2</sub>-Emission, in Kilogramm je Kilowatt-Stunde.

**ANMERKUNG 2** Das GWP (Treibhauspotential) ist eine Kennzahl zur Beschreibung der Strahlungseigenschaften eines Gemisches von Treibhausgasen, die die kombinierten Auswirkungen der unterschiedlichen Verweildauern dieser Gase in der Atmosphäre sowie ihre relative Wirksamkeit, abgegebene Infrarotstrahlung zu absorbieren, umfasst. Diese Kennzahl entspricht annähernd dem zeitabhängigen Treibhauseffekt eines gegebenen Treibhausgases in der jetzigen Atmosphäre, bezogen auf CO<sub>2</sub>.

**ANMERKUNG 3** Der Umrechnungsfaktor  $\beta$  gibt die Menge CO<sub>2</sub> an, die bei der Erzeugung von 1 kWh entsteht. Er kann in Abhängigkeit von der geografischen Lage und der Zeit sehr unterschiedlich sein.

Falls Wärmedämmungen oder sonstige Bauteile Treibhausgase abgeben können, dann ist das Treibhauspotential dieser Gase hinzuzurechnen:

$$GWP_i \times m_i (1 - \alpha_i)$$

Dabei ist

- $GWP_i$  das Treibhauspotential des Gases im Dämmstoff, bezogen auf CO<sub>2</sub>;
- $m_i$  die Gasmenge im Dämmstoff der Anlage, in Kilogramm;
- $\alpha_i$  die Gasmenge, die am Ende der Lebensdauer der Anlage aus dem Dämmstoff rückgewonnen wird, 0 bis 1.

Zur Berechnung von TEWI ist es sehr wichtig, aktualisierte GWP-Werte, bezogen auf CO<sub>2</sub>, und die CO<sub>2</sub>-Emissionswerte je Kilowatt-Stunde zu verwenden.

Viele Annahmen und Faktoren in diesem Berechnungsverfahren sind in der Regel spezifisch für einen Anwendungsfall an einem bestimmten Aufstellungsort.

Das Vergleichen (von Ergebnissen) zwischen verschiedenen Anwendungen oder verschiedenen Aufstellungsorten ist daher wahrscheinlich wenig aussagekräftig.

Diese Berechnung ist von besonderer Bedeutung in der Planungsphase oder wenn eine Entscheidung über eine Umstellung auf ein anderes Kältemittel getroffen werden muss.



## Anhang C (normativ)

### Grenzwerte für die Kältemittel-Füllmenge

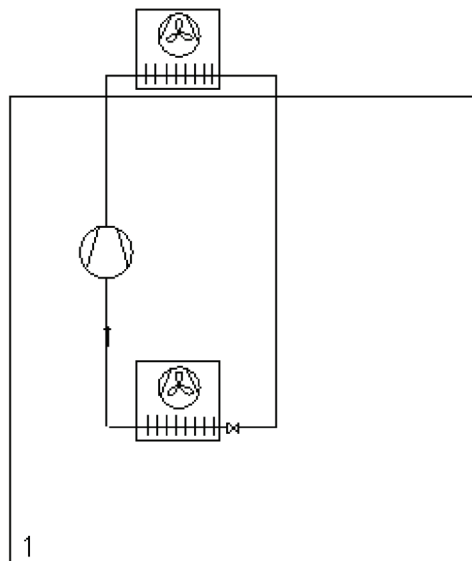
#### C.1 Allgemeines

Es gibt drei Arten der Aufstellung für Kälteanlagen. Die geeignete Aufstellung ist nach dieser Europäischen Norm zu wählen, in der mögliche Gefährdungen berücksichtigt sind.

Die drei Arten der Aufstellung sind:

- eine Kälteanlage, die in einem Personen-Aufenthaltsbereich untergebracht;
- eine Kälteanlage, deren Verdichter, Flüssigkeitssammler und Verflüssiger in einem besonderen oder in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt (siehe  $\text{A}_2$  EN 378-3:2008+A1:2012  $\text{A}_2$ , 5.2) oder im Freien untergebracht ist;
- eine Kälteanlage, bei der alle kältemittelführenden Teile in einem besonderen oder in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt (siehe  $\text{A}_2$  EN 378-3:2008+A1:2012  $\text{A}_2$ , 5.2) oder im Freien untergebracht sind.

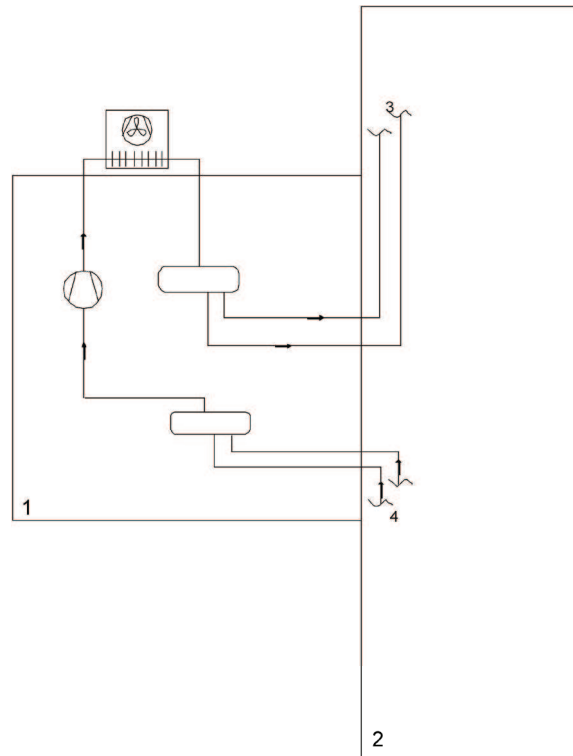
Die Bilder C.1 bis C.3 enthalten Beispiele für die Aufstellungsarten.



#### Legende

1 Personen-Aufenthaltsbereich

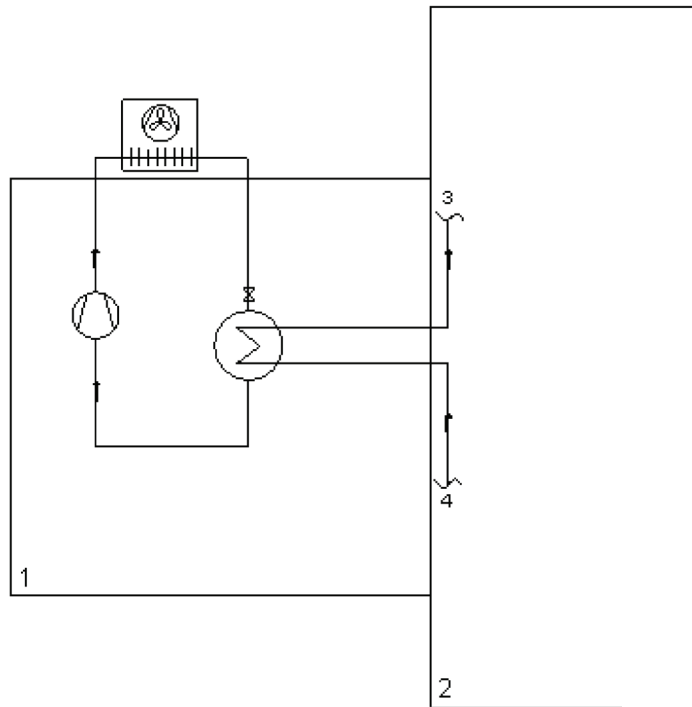
**Bild C.1 — In einem Personen-Aufenthaltsbereich aufgestellte Anlage**



**Legende**

- 1 Maschinenraum oder besonderer Maschinenraum
- 2 Personen-Aufenthaltsbereich
- 3 Flüssigkeitsleitungen zu den Verdampfern
- 4 Saugleitungen von den Verdampfern

**Bild C.2 — Kälteanlagen, deren Verdichter, Flüssigkeitssammler und Verflüssiger in einem Maschinenraum, in einem besonderen Maschinenraum oder im Freien untergebracht sind**



### Legende

- 1 Maschinenraum oder besonderer Maschinenraum
- 2 Personen-Aufenthaltsbereich
- 3 Zulaufleitung/Wärmeträger
- 4 Rücklaufleitung/Wärmeträger

**Bild C.3 — Kälteanlage, bei der alle kältemittelführenden Teile in einem besonderen oder in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien untergebracht sind**

ANMERKUNG 1 Einige Wärmepumpen/Klimageräte werden sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen betrieben, indem der Durchfluss vom Verdichter zu den Wärmeaustauschern über ein spezielles Umschaltventil umgekehrt wird. In diesen Fällen können die Hoch- und Niederdruckseiten der Anlage je nach Betriebsart wechseln.

Kälteanlagen oder Teile davon dürfen nicht in oder auf Treppenaufgängen, Treppenabsätzen, Ein- oder Ausgängen, die öffentlich benutzt werden, aufgestellt werden, falls dadurch der freie Durchgang behindert wird.

ANMERKUNG 2 Tabelle C.1 gibt an, ob Kombinationen zulässig sind oder nicht. Kombinationen, die zulässig, jedoch Einschränkungen unterworfen sind, sind mit den besonderen Anforderungen und/oder Grenzwerten für die Kältemittel-Füllmenge angegeben. Der Grenzwert für die Kältemittel-Füllmenge kann ein Absolutwert sein oder aus den charakteristischen Kältemitteldaten und Rauminhalten errechnet werden.

ANMERKUNG 3 Anforderungen für die Kältemittel B3 sind in Tabelle C.1 nicht enthalten. Anhang E dieser Norm enthält keine Kältemittel B3. Die praktischen Erfahrungen und theoretischen Risikobewertungen zur Verwendung von Kältemitteln B3 sind nicht ausreichend, um diese Anforderungen zu begründen.

Wird in einem Sekundärsystem ein Mittel verwendet, das in Anhang E als Kältemittel aufgeführt ist, muss die Füllmenge dieses Wärmeträgers auf der Grundlage der Anforderungen für direkte Systeme in Tabelle C.1 errechnet werden.

Bei dauerhaft geschlossenen Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln (A2, A3, B2, B3), jedoch ausschließlich R717, dürfen mit den Teilen der Kälteanlage, die mit ausgetretenem Kältemittel in Berührung kommen können, keine Zündquellen verbunden sein. Alle möglichen Zündquellen müssen nach den in EN 378-2 festgelegten Verfahren dauerhaft abgedichtet werden.

Eine werksseitig dauerhaft geschlossene Kälteanlage mit weniger als 0,15 kg Kältemittel A2 oder A3 kann ohne Einschränkung in einem Personen-Aufenthaltsbereich aufgestellt werden, der kein besonderer Maschinenraum ist.

## **C.2 Leitfaden für die Anwendung von Tabelle C.1**

Tabelle C.1 legt Grenzwerte für die Kältemittel-Füllmenge für eine bestimmte Kälteanlage fest.

Zur Bestimmung der Füllgrenze muss die Anlage nach den folgenden vier Kategorien eingeteilt werden:

- Sicherheitsgruppe des Kältemittels (siehe Anhang E);
- Aufstellungsbereich (siehe 4.2);
- Kategorie der Anlage (direktes oder indirektes System — siehe 4.1);
- Aufstellung der Kälteanlage (siehe C.1).

Alle Kategorien werden einem bestimmten Feld in Tabelle C.1 zugeordnet, mit einem Grenzwert für die Füllmenge und eventuell zusätzlichen Anforderungen. Diese Felder sind für eine leichtere Handhabung nummeriert. Jeder Kältemittel-Sicherheitsgruppe ist ein separater Tabellenabschnitt innerhalb Tabelle C.1 zugeordnet, wodurch sich sechs Abschnitte ergeben.

Einige der Kombinationen für die verschiedenen Kategorien erscheinen widersprüchlich oder unnötig. Ein Beispiel ist: „direkte Systeme, bei denen alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum untergebracht sind“. Dies ist jedoch eine zulässige und wichtige Kombination, die für Kanalsysteme und offene Sprühsysteme gelten kann, bei denen die kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien untergebracht sein können, Kältemittel jedoch direkt in den Personenaufenthaltsbereich eindringen könnte.

Eine weitere Kombination, die unnötig erscheinen kann, sind indirekte Systeme, die nicht in einem Maschinenraum untergebracht sind. Wasser/Wasser-Wärmepumpen im Wohnbereich fallen jedoch eindeutig in diese Kategorie.



Beispiel 1: Gerät in Split-Bauweise A/C

Ein Klimagerät in Split-Bauweise mit R410A als Kältemittel ist in ein Schlafzimmer einer Privatwohnung einzubauen (Raumgröße: 16 m<sup>2</sup>, Raumhöhe: 2,7 m).

Es handelt sich um die Kategorie direktes System (der Verdampfer befindet sich im Personenaufenthaltsbereich), der Aufstellungsbereich entspricht der Kategorie A — Allgemeiner Aufstellungsbereich und die Aufstellung der Anlage entspricht Typ b) — Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien. Die sich ergebende Anforderung entspricht Feld 3 der Tabelle mit Kältemittel A.1. Nach der Anforderung muss die Füllmenge an den praktischen Grenzwert und den Rauminhalt angepasst werden. Die praktischen Grenzwerte für alle Kältemittel sind in Anhang E enthalten. Die maximale Füllmenge entspricht dem praktischen Grenzwert (0,44 kg/m<sup>3</sup>) mal Rauminhalt (16 m<sup>2</sup> × 2,7 m) 19,0 kg.

Beispiel 2: Kälteanlage für Verkaufskühlmöbel in einer Tankstelle

Eine R290-Kälteanlage ist in einer Tankstelle zur Kühlung von Verkaufskühlmöbeln einzubauen.

Außer einem Verflüssiger befinden sich alle kältemittelführenden Teile innerhalb des Ladens (Bodenfläche 55 m<sup>2</sup>; Raumhöhe 3,5 m). Die Kältemittel-Sicherheitsgruppe ist die Kategorie A3. Der Aufstellungsbereich ist Kategorie A — Allgemeiner Aufstellungsbereich und das System ist direkt. Die Aufstellung der Kälteanlage erfolgt  in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich . Die Systemart ist direkt. Die sich ergebende Anforderung entspricht Feld 1 der Tabelle mit Kältemitteln A3 und nach dieser Anforderung muss die maximale Füllmenge anhand des praktischen Grenzwertes (0,008 kg/m<sup>3</sup>) mal Rauminhalt (55 × 3,5) (→ 1,54 kg) errechnet werden und darf 1,5 kg nicht überschreiten und das System muss ein dauerhaft geschlossenes System sein.

Beispiel 3: Kälteanlage für die Herstellung von Gefriergut

Eine R717-Kälteanlage ist in einer Fabrik zur Herstellung von Gefriergut einzubauen.

Verflüssiger, Verdichter und Sammler des wassergekühlten Systems werden in einem besonderen Maschinenraum eingebaut. Die Anlage speist eine Reihe von Verdampfern in der Fabrik. Die Kältemittel-Sicherheitsgruppe ist B2 und das System ist direkt. Der Aufstellungsbereich ist Kategorie C — Aufstellungsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben und die Aufstellung der Kälteanlage entspricht Typ b) — Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien. Die sich ergebende Anforderung entspricht Feld 15 im Tabellenabschnitt für Kältemittel B2: Bei einer Belegschaftsdichte von weniger als 1 Person je 10 m<sup>2</sup> gibt es keine Einschränkung für die Füllmenge. In allen anderen Fällen beträgt die maximale Füllmenge 25 kg.

Tabelle C.1 — Sicherheitsgruppe für Kältemittel<sup>a</sup>

Sicherheitsgruppe für Kältemittel — A1		
Aufstellungsort der Kälteanlage	Aufstellungsbereich Allgemeiner Aufstellungsbereich — Klasse A	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
<b>A<sub>2</sub></b> in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich <b>A<sub>2</sub></b>	<b>1</b> Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt <sup>b c d</sup>	<b>2</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 1
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>3</b> Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt	<b>4</b> Keine Einschränkung
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>5</b> Keine Einschränkung	<b>6</b> Keine Einschränkung
Überwachter Aufstellungsbereich — Klasse B		
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
<b>A<sub>2</sub></b> in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich <b>A<sub>2</sub></b>	<b>7</b> In Untergeschossen oder in Obergeschossen ohne ausreichende Notausgänge: wie Allgemeiner Aufstellungsbereich — Klasse A; Ansonsten keine Einschränkung der Füllmenge	<b>8</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 7
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>9</b> Keine Einschränkung	<b>10</b> Keine Einschränkung
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>11</b> Keine Einschränkung	<b>12</b> Keine Einschränkung
Aufstellungsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben — Klasse C		
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
<b>A<sub>2</sub></b> in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich <b>A<sub>2</sub></b>	<b>13</b> In Untergeschossen oder in Obergeschossen ohne ausreichende Notausgänge: wie Allgemeiner Aufstellungsbereich — Klasse A; Ansonsten keine Einschränkung der Füllmenge	<b>14</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 13
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>15</b> Keine Einschränkung	<b>16</b> Keine Einschränkung
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>17</b> Keine Einschränkung	<b>18</b> Keine Einschränkung

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Sicherheitsgruppe für Kältemittel — A2		
Aufstellungsort der Kälteanlage	Aufstellungsbereich Allgemeiner Aufstellungsbereich — Klasse A	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
A <sub>2</sub> in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich A <sub>2</sub>	<b>1</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 38 × LFL	<b>2</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 1
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>3</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 38 × LFL	<b>4</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>5</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 132 × LFL	<b>6</b> Keine Einschränkung bei einem Ausgang ins Freie und ohne direkte Verbindung mit Räumen der Kategorien A und B
	Überwachter Aufstellungsbereich — Klasse B	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
A <sub>2</sub> in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich A <sub>2</sub>	<b>7</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = 10 kg	<b>8</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 7
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>9</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = 25 kg	<b>10</b> Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat.
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>11</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat.	<b>12</b> Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat.
	Aufstellungsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben — Klasse C	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
A <sub>2</sub> in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich A <sub>2</sub>	<b>13</b> Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = 10 kg oder 50 kg bei einer Belegschaftsdichte < 1 je 10 m <sup>2</sup> und ausreichend vorhandenen Notausgängen.	<b>14</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 13
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>15</b> Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = 25 kg oder keine Einschränkung bei einer Belegschaftsdichte < 1/10 m <sup>2</sup>	<b>16</b> Keine Einschränkung
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>17</b> Klimageräte und Wärmepumpen: (siehe C.3) Alle anderen Kälteanlagen: Keine Einschränkung	<b>18</b> Keine Einschränkung

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Sicherheitsgruppe für Kältemittel — B1		
Aufstellungsort der Kälteanlage	Aufstellungsbereich Allgemeiner Aufstellungsbereich — Klasse A	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
A <sub>2</sub> in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich A <sub>2</sub>	<b>1</b> Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt	<b>2</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 1
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>3</b> Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt	<b>4</b> Maximale Füllmenge = 2,5 kg bei dauerhaft geschlossenen Absorptionsanlagen; alle anderen Systeme: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>5</b> Maximale Füllmenge = 2,5 kg	<b>6</b> Keine Einschränkung bei einem Ausgang ins Freie und ohne direkte Verbindung mit Räumen der Kategorien A und B
Überwachter Aufstellungsbereich — Klasse B		
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
nicht in einem Maschinenraum	<b>7</b> Maximale Füllmenge = 10 kg	<b>8</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 7
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>9</b> Maximale Füllmenge = 25 kg	<b>10</b> Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat.
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>11</b> Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat.	<b>12</b> Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat.
Aufstellungsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben — Klasse C		
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
A <sub>2</sub> in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich A <sub>2</sub>	<b>13</b> Maximale Füllmenge = 10 kg oder 50 kg bei einer Belegschaftsdichte < 1/10m <sup>2</sup> und ausreichend vorhandenen Notausgängen	<b>14</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 13
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>15</b> Maximale Füllmenge = 25 kg oder keine Einschränkung bei einer Belegschaftsdichte < 1/10 m <sup>2</sup>	<b>16</b> Keine Einschränkung
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>17</b> Keine Einschränkung	<b>18</b> Keine Einschränkung



Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Sicherheitsgruppe für Kältemittel — B2		
Aufstellungsort der Kälteanlage	Aufstellungsbereich Allgemeiner Aufstellungsbereich — Klasse A	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
$A_2$ in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich $A_2$	<b>1</b> Maximale Füllmenge = 2,5 kg bei dauerhaft geschlossenen Absorptionsanlagen; alle anderen Systeme: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt	<b>2</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 1
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>3</b> Maximale Füllmenge = 2,5 kg bei dauerhaft geschlossenen Absorptionsanlagen; alle anderen Systeme: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt	<b>4</b> Maximale Füllmenge = 2,5 kg bei dauerhaft geschlossenen Absorptionsanlagen; alle anderen Systeme: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>5</b> Maximale Füllmenge = 2,5 kg	<b>6</b> Keine Einschränkung bei einem Ausgang ins Freie und ohne direkte Verbindung mit Räumen der Kategorien A und B
Überwachter Aufstellungsbereich — Klasse B		
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
$A_2$ in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich $A_2$	<b>7</b> Maximale Füllmenge = 10 kg	<b>8</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 7
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>9</b> Maximale Füllmenge = 25 kg	<b>10</b> Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>11</b> Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat.	<b>12</b> Keine Einschränkung, wenn der Maschinenraum keine direkte Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich hat.
Aufstellungsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben — Klasse C		
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
$A_2$ in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich $A_2$	<b>13</b> Maximale Füllmenge = 10 kg oder 50 kg bei einer Belegschaftsdichte < 1/10m <sup>2</sup> und ausreichend vorhandenen Notausgängen	<b>14</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 13
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>15</b> Maximale Füllmenge = 25 kg oder keine Einschränkung bei einer Belegschaftsdichte < 1/10m <sup>2</sup>	<b>16</b> Keine Einschränkung
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>17</b> Keine Einschränkung	<b>18</b> Keine Einschränkung

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Sicherheitsgruppe für Kältemittel — A3		
Aufstellungsort der Kälteanlage	Aufstellungsbereich Allgemeiner Aufstellungsbereich — Klasse A	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
$A_2$ in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich $A_2$	<b>1</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Nur dauerhaft geschlossene Anlagen mit maximaler Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1,5 kg;	<b>2</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 1
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>3</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Nur dauerhaft geschlossene Anlagen mit maximaler Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1,5 kg;	<b>4</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1,5 kg;
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>5</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Nur dauerhaft geschlossene Anlagen mit maximaler Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1 kg in Untergeschossen oder 5 kg in Obergeschossen	<b>6</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1 kg in Untergeschossen oder 5 kg in Obergeschossen
	Überwachter Aufstellungsbereich — Klasse B	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
$A_2$ in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich $A_2$	<b>7</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1 kg in Untergeschossen und 2,5 kg in Obergeschossen	<b>8</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 7
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>9</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1 kg in Untergeschossen und 2,5 kg in Obergeschossen	<b>10</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1 kg in Untergeschossen und 2,5 kg in Obergeschossen
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>11</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = praktischer Grenzwert × Rauminhalt und höchstens 1 kg in Untergeschossen oder 10 kg in Obergeschossen	<b>12</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Maximale Füllmenge = 1 kg in Untergeschossen oder 10 kg in Obergeschossen
	Aufstellungsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben — Klasse C	
	Direkte Systeme	Indirekte Systeme
$A_2$ in einem Personenaufenthaltsbereich und in Maschinenräumen mit Aufenthaltsbereich $A_2$	<b>13</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = 1 kg in Untergeschossen und 10 kg in Obergeschossen	<b>14</b> gilt als direktes System, siehe Feld Nr. 13
Verdichter und Flüssigkeitssammler in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>15</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = 1 kg in Untergeschossen und 25 kg in Obergeschossen	<b>16</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Maximale Füllmenge = 1 kg in Untergeschossen und 25 kg in Obergeschossen
Alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum ohne Personenaufenthalt oder im Freien	<b>17</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Alle anderen Kälteanlagen: Maximale Füllmenge = 1 kg in Untergeschossen. Keine Einschränkung in Obergeschossen	<b>18</b> Komfort-Klimageräte und Wärmepumpen: siehe C.3 Maximale Füllmenge = 1 kg in Untergeschossen und keine Einschränkung in Obergeschossen

**Tabelle C.1** (fortgesetzt)

- a Das Nummerierungssystem in Tabelle C.1 dient nur zur Information und leichten Handhabung. Die Nummern sind keine Verweisungen auf andere Teile dieser Europäischen Norm.
- b Das Gesamtvolumen aller Räume, die mit einer Anlage durch Luft gekühlt oder beheizt werden, wird als das Volumen für die Berechnung eingesetzt, wenn die Luftzufuhr zu jedem Raum nicht unter 25 % seiner vollen Luftzufuhr gedrosselt werden kann.
- c Falls der Raum ein mechanisches Belüftungssystem hat, das in Betrieb ist, wenn sich Personen darin aufhalten, kann der Einfluss des Luftaustausches bei der Berechnung des Volumens berücksichtigt werden.
- d Andere Verfahren zur Einhaltung der Sicherheit bei einer plötzlichen größeren Freisetzung von Kältemitteln sind zulässig. Diese Verfahren sollten sicherstellen, dass die Konzentrationen die im informativen Anhang E angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten, oder es müssen bei einer solchen Überschreitung entsprechende Warnhinweise an die Personen gegeben werden, die sich in dem Raum aufhalten, so dass diese eine Exposition über eine längere Zeit vermeiden können. Das alternative Verfahren sollte einen Sicherheitsgrad aufweisen, der dem in Feld 1 beschriebenen Verfahren mindestens gleichwertig ist.

ANMERKUNG Falls nicht anders festgelegt, gelten für Tabelle C.1 die folgenden Einheiten:

Füllmenge [kg];

praktischer Grenzwert [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ];

Rauminhalt [ $\text{m}^3$ ].

### C.3 Grenzwerte für die Kältemittel-Füllmenge auf Grund der Brennbarkeit bei Komfort-Klimageräten oder Wärmepumpen

#### C.3.1 Allgemeines

Eine werksseitig dauerhaft geschlossene Anlage mit einer Füllmenge unter 150 g Kältemittel A2 oder A3 kann ohne Einschränkung in einem Personen-Aufenthaltsbereich aufgestellt werden, der kein Maschinenraum oder besonderer Maschinenraum ist.

#### C.3.2 Kältemittelführende Teile in einem Personen-Aufenthaltsbereich

Die maximale Kältemittel-Füllmenge in einem Raum muss den folgenden Festlegungen entsprechen:

Liegt die Füllmenge über  $4 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$ , muss die maximale Füllmenge in einem Raum wie folgt sein:

$$m_{\max} = (2,5 \times (\text{LFL})^{(5/4)} \times h_0 (A))^{1/2}$$

oder die erforderliche Mindest-Raumfläche,  $A_{\min}$ , für die Aufstellung einer Anlage mit einer Kältemittel-Füllmenge  $m$  (kg) muss wie folgt sein:

$$A_{\min} = (m / (2,5 \times \text{LFL}^{5/4} \times h_0))^2$$

Dabei ist

- $m_{\max}$  die zulässige maximale Füllmenge in einem Raum, in kg;
- $m$  die Menge an Kältemittel in der Anlage, in kg;
- $A_{\min}$  die erforderliche Mindest-Raumfläche, in  $\text{m}^2$ ;
- $A$  die Raumfläche, in  $\text{m}^2$ ;
- LFL die untere Explosionsgrenze (LFL) in  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;
- $h_0$  die Einbauhöhe des Gerätes, in m:
  - 0,6 m bei Aufstellung auf dem Boden;
  - 1,8 m bei Wandmontage;
  - 1,0 m bei Fenstermontage;
  - 2,2 m bei Deckenmontage.

Dabei entspricht LFL  $\text{kg}/\text{m}^3$  aus Anhang E und die Molekularmasse des Kältemittels ist größer als 42.

BEISPIEL 1:

Komfort-Klimagerät mit einer Füllmenge von 300 g R290.

$$\text{LFL}_{\text{R290}} = 0,038 \text{ kg}/\text{m}^3.$$

Bei einer Füllmenge  $> 152 \text{ g}$  ( $4 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$ ) muss die Mindest-Raumgröße in Abhängigkeit vom Einbau der Anlage errechnet werden.

Tabelle C.2 — Einbau der Anlage — Mindest-Rauminhalt

Einbau der Anlage	Aufstellungshöhe m	Mindest-Raumfläche m <sup>2</sup>	Mindest-Rauminhalt (Höhe 2,2 m) m <sup>3</sup>
Bodenaufstellung	0,6	142,1	312,6
Wandmontage	1,8	15,8	34,7
Fenstermontage	1,0	51,2	112,5
Deckenmontage	2,2	10,6	23,3

BEISPIEL 2:

Bei einem Raum von 30 m<sup>3</sup> beträgt die zulässige maximale Füllmenge eines Komfort-Klimagerätes 230 g R290.

### C.3.3 Besondere Anforderungen an nicht ortsfeste werksseitig dauerhaft geschlossene Komfort-Klimageräte oder Wärmepumpen mit begrenzter Füllmenge

Bei nicht ortsfesten werksseitig dauerhaft geschlossenen Einzel-Baugruppen (d. h. eine Funktionsgruppe in einem Gehäuse) mit einer Füllmenge von

$$(4 \text{ m}^3) \times \text{LFL} < m \leq 8 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$$

muss die maximale Füllmenge in einem Raum den folgenden Festlegungen entsprechen:

$$m_{\max} = 0,25 \times A \times \text{LFL} \times 2,2$$

oder die erforderliche Mindest-Raumfläche,  $A_{\min}$ , für die Aufstellung eines Gerätes mit einer Kältemittel-Füllmenge  $m$  (kg) muss wie folgt sein:

$$A_{\min} = m / (0,25 \times \text{LFL} \times 2,2)$$

Dabei ist

- $m_{\max}$  die zulässige maximale Füllmenge, in kg;
- $m$  die Menge an Kältemittel in dem Gerät, in kg;
- $A_{\min}$  die erforderliche Mindest-Fläche, in m<sup>2</sup>;
- $A$  die Raumfläche, in m<sup>2</sup>;
- LFL die untere Explosionsgrenze (LFL) in kg/m<sup>3</sup>, siehe Anhang E.

ANMERKUNG Das Gerät kann in beliebiger Höhe über dem Boden angebracht werden.

Bei eingeschaltetem Gerät muss ein Ventilator kontinuierlich einen Mindest-Luftstrom wie unter normalen Beharrungsbedingungen zuführen, auch wenn der Verdichter durch den Temperaturregler abgeschaltet ist.

Die Erfüllung der Anforderung wird durch Sichtprüfung festgestellt.

### C.3.4 Besondere Anforderungen an mechanisch belüftete Gehäuse in einem Aufenthaltsbereich

Der Kältemittel-Kreislauf ist mit einem separaten Gehäuse versehen, das mit dem Raum nicht in Verbindung ist. Das Gehäuse der Anlage muss mit einem Belüftungssystem versehen sein, das über einen Lüftungskanal den Luftstrom von der Innenseite der Anlage zur Außenseite führt. Anlagen mit mechanisch belüfteten Gehäusen können mit Kältemitteln A2 oder A3 betrieben werden. Die maximale Füllmenge für diese Anlagen darf folgenden Wert nicht überschreiten:

$$m_{\max} = 130 \times \text{LFL},$$

Dabei ist

- $m_{\max}$  die zulässige maximale Füllmenge, in kg;
- LFL die untere Explosionsgrenze (LFL) in kg/m<sup>3</sup>, siehe Anhang E.

## Anhang D (informativ)

### Schutz von Personen in Kühlräumen

#### D.1 Allgemeines

Um die Gefährdung von Personen, die in Kühlräumen mit manchmal starken Luftströmungen eingeschlossen werden, auf ein Mindestmaß zu reduzieren, sind die in den nachstehenden Abschnitten beschriebenen Maßnahmen zu ergreifen. Es muss darauf geachtet werden, dass am Ende des Arbeitstages kein Personal in Kühlräumen eingeschlossen ist. Dieser Anhang ist auf Kühlräume mit Betriebstemperaturen unter Null Grad begrenzt.

#### D.2 Öffnen von Türen und Notausgangstüren

Kühlräume müssen jederzeit verlassen werden können. Türen müssen deshalb sowohl von innen als auch von außen geöffnet werden können.

#### D.3 Notschalter oder Notsignal

In Kühlräumen mit einem Rauminhalt über 10 m<sup>3</sup> müssen je nach den Betriebsbedingungen folgende Einrichtungen vorgesehen sein:

- a) ein Alarmschalter, der über beleuchtete Drucktaster in Fußbodennähe oder in Fußbodennähe hängende Ketten, die im Kühlraum an einem geeigneten Platz angebracht sind, betätigt wird. Die Betätigung dieses Alarmschalters muss ein hörbares sowie ein sichtbares Signal an einem Ort auslösen, an dem die ständige Anwesenheit einer Person sichergestellt ist. Dieses Signal darf nur durch einen speziellen Eingriff abgebrochen werden können;
- b) Signaleinrichtungen, die an einen Stromkreis mit mindestens 12 V angeschlossen sind. Batterien zu diesem Zweck müssen eine Betriebsdauer von mindestens 10 h haben und an eine vom Stromnetz gespeiste automatische Ladeeinrichtung angeschlossen sein. Wird ein Transformator verwendet, muss dieser den Strom aus einem anderen Stromkreis beziehen als die übrigen Geräte im Kühlraum. Die Einrichtung sollte außerdem so ausgelegt sein, dass sie durch Korrosion, Frost oder Eisbildung auf den Kontaktflächen ihre Funktionsfähigkeit nicht verliert;
- c) ein Lichtschalter im Kühlraum, zusätzlich zu Lichtschaltern außerhalb dieses Raumes, so dass die mit dem Innenschalter eingeschaltete Beleuchtung nicht mit dem Außenschalter ausgeschaltet werden kann;
- d) ein Schalter/Stecker oder andere gleichwertige Vorrichtungen für die Ventilatoren, die im Kühlraum angebracht und mit den außerhalb des Raumes angeordneten Schaltern in Reihe geschaltet sind, so dass die mit dem Innenschalter ausgeschalteten Ventilatoren mit dem Außenschalter nicht eingeschaltet werden können;
- e) Lichtschalter müssen dauerhaft beleuchtete Betätigungselemente haben;
- f) bei Ausfall der Beleuchtung sollten die Wege zum Notausgang (und/oder Alarmschalter) entweder durch eine unabhängige Beleuchtung oder andere bewährte Mittel erkennbar sein;
- g) eine ständige Notbeleuchtung.

#### **D.4 Kühlräume mit kontrollierter Atmosphäre**

Für Kühlräume mit kontrollierter Atmosphäre (Räume mit einer Atmosphäre, bei der die Sauerstoff-, Kohlendioxid- und Stickstoff-Konzentrationen anders als in normaler Luft sind) gelten die folgenden zusätzlichen Anforderungen:

- a) diese Kühlräume sollten nur mit einem unabhängigen Atemschutzgerät (Isoliergerät) betreten werden;
- b) wird ein Kühlraum mit kontrollierter Atmosphäre betreten, muss eine weitere Person außerhalb des Raumes durch ein Kontrollfenster in Sichtkontakt mit den Personen im Raum bleiben. Die Person außerhalb des Raumes sollte ebenfalls ein unabhängiges Atemschutzgerät (Isoliergerät) zur Verfügung haben, falls sie den Raum betreten müsste, um in einem Notfall die darin befindliche Person zu retten;
- c) auf Türen, Luken und anderen Zugangsmöglichkeiten zum Kühlraum sollte ein schriftlicher Hinweis angebracht sein, der vor einem zu niedrigen Sauerstoffgehalt im Kühlraum warnt.

## Anhang E (normativ)

### A1 Klassifikation im Hinblick auf die Sicherheit und Angaben zu Kältemitteln

Tabelle E.1 — Kältemittel-Bezeichnungen

	Kältemittel-Nummer	Benennung <sup>b</sup>	Chemische Formel	Sicherheitsgruppe	DGRL Fluid Gruppe	Praktischer Grenzwert <sup>d</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>g</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Brennbarkeit  LFL <sup>h</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Dampfdichte  25 °C, 101,3 kPa <sup>a</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Molekularmasse <sup>a</sup>	Normaler Siedepunkt <sup>a</sup> (°C)	ODP <sup>a, e</sup>	GWP <sup>a, f</sup>  (100 Jr ITH)	Selbstentzündungstemperatur (°C)
<b>Methan Reihe</b>														
	11	Trichlorfluormethan	CCl <sub>3</sub> F	A1	2	0,3 <sup>i</sup>	0,006 <sup>j</sup>	n/a	5,824	137,4	23,8	1	4 600	N.D.
	12	Dichlordifluormethan	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	A1	2	0,5 <sup>i</sup>	0,09 <sup>j</sup>	n/a	5,039	120,9	-29,0	1	10 600	N.D.
	13	Clortrifluormethan	CClF <sub>3</sub>	A1	2	0,5 <sup>i</sup>	0,5	n/a	4,309	104,5	-81,4	1	14 000	N.D.
	13B1	Bromtrifluormethan	CBrF <sub>3</sub>	A1	2	0,6 <sup>i</sup>	0,6	n/a	6,169	148,9	-58,0	10	6 900	N.D.
	14	Tetrafluormethan	CF <sub>4</sub>	A1	2	0,4 <sup>i</sup>	0,4 <sup>j</sup>	n/a	3,611	88,0	-128,0	0	5 700	N.D.
	22	Chlordifluormethan	CHClF <sub>2</sub>	A1	2	0,3 <sup>i</sup>	0,21 <sup>j</sup>	n/a	3,587	86,5	-40,8	0,055	1 700	635
	23	Trifluormethan	CHF <sub>3</sub>	A1	2	0,68 <sup>i</sup>	0,12	n/a	2,884	70,0	-82,1	0	12 000	765
	30	Dichloridmethan (Methylenchlorid)	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	B2	2	0,017	N.D.	0,417	N.D.	84,9	40,0		9	662
	32	Difluormethan (Methylenfluorid)	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	A2	1	0,061	0,298 <sup>j</sup>	0,307	2,153	52,0	-51,7	0	550	648
	50	Methan	CH <sub>4</sub>	A3	1	0,006	N.D.	0,032	0,657	16,0	-161,0	0	23	645
<b>Ethan Reihe</b>														
	113	1,1,2-Trichlor-1,2,2-Trifluorethan	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>	A1	2	0,4 <sup>i</sup>	0,02 <sup>j</sup>	n/a	3,467	187,4	47,6	0,8	6 000	N.D.
	114	1,2-Dichlor-1,1,2,2-Tetrafluorethan	CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub>	A1	2	0,7 <sup>i</sup>	0,14 <sup>j</sup>	n/a	7,207	170,9	3,8	1	9 800	N.D.
	115	Chlorpentafluorethan	CClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,6 <sup>i</sup>	0,76 <sup>j</sup>	n/a	6,438	154,5	-39,0	0,6	7 200	N.D.
	116	Hexafluorethan	CF <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,55	0,55	n/a	5,696	138,0	-79,0	0	11 900	N.D.
	123	2,2-Dichlor-1,1,1-trifluorethan	CHCl <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	B1	2	0,1 <sup>i</sup>	0,057 <sup>j</sup>	n/a	5,872	153,0	27,9	0,02	120	730
	124	2-Chlor-1,1,1,2-tetrafluorethan	CHClCF <sub>3</sub>	A1	2	0,11 <sup>i</sup>	0,056 <sup>j</sup>	n/a	5,728	136,5	-12,1	0,022	620	N.D.
	125	Pentafluorethan	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,39 <sup>i</sup>	0,37 <sup>j</sup>	n/a	4,982	120,0	-48,1	0	3 400	733
	134a	1,1,1,2-Tetrafluorethan	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	A1	2	0,25 <sup>i</sup>	0,21 <sup>j</sup>	n/a	4,258	102,0	-26,2	0	1 300	743
	141b	1,1-Dichlor-1-Fluorethan	CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F	A2	2	0,013	0,012 <sup>j</sup>	0,287	3,826	117,0	32,0	0,11	700	532
	142b	1-Chlor-1,1-Difluorethan	CH <sub>3</sub> CClF <sub>2</sub>	A2	1	0,066	0,103 <sup>j</sup>	0,329	4,223	100,5	-10,0	0,065	2 400	750
	143a	1,1,1-Trifluorethan	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	A2	1	0,056	0,482 <sup>j</sup>	0,282	3,495	84,0	-47,0	0	4 300	750
	152a	1,1-Difluorethan	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	A2	1	0,027 <sup>i</sup>	0,14	0,130	2,759	66,0	-25,0	0	120	455
	170	Ethan	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008	0,008 <sup>j</sup>	0,038	1,239	30,0	-89,0	0	3 9	515
	1150	Ethen (Ethylen)	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>	A3	1	0,007	N.D.	0,036	1,153	28,1	-104,0	0	3 9	N.D.



Tabelle E.1 (fortgesetzt)

	Kältemittel-Nummer		Chemische Formel	Sicherheitsgruppe	DGRL Fluid Gruppe	Praktischer Grenzwert <sup>d</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>g</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Brennbarkeit  LFL <sup>h</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Dampfdichte  25 °C, 101,3 kPa <sup>a</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Molekular- masse <sup>a</sup>	Nor- maler Siede- punkt <sup>a</sup> (°C)	ODP <sup>a, e</sup>	GWP <sup>a, f</sup>  °C	Selbst- entzün- dungs- tempe- ratur  (°C)
		Benennung <sup>b</sup>												
<b>Propan Reihe</b>														
	218	Octafluorpropan	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,70	0,70 <sup>l</sup>	n/a	7,853	188,0	- 37	0	8 600	N.D.
	227ea	1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpropan	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,59	0,59 <sup>l</sup>	n/a	7,137	170,0	- 15,6	0	3 500	N.D.
	236fa	1,1,1,3,3,3-Hexafluorpropan	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	0,59 <sup>l</sup>	0,34 <sup>l</sup>	n/a	6,418	152,0	- 1,4	0	9 400	N.D.
	245fa	1,1,1,3,3-Pentafluorpropan	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	B1	2	0,19	0,19	n/a	5,689	134,0	14,9	0	950	N.D.
	290	Propan	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008	0,09	0,038	1,832	44,0	- 42	0	3	470
	1234yf	2,3,3,3-Tetrafluor-1-Propan	CF <sub>3</sub> CF=CH <sub>2</sub>	A2	1	0,06	0,467 <sup>l</sup>	0,299	4,766	114,0	- 29,4	0	4	405
	1270	Propen (Propylen)	CH <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub>	A3	1	0,008 <sup>l</sup>	0,002 <sup>l,k</sup>	0,047	1,745	42,1	- 48	0	3	455
<b>Cyclische organische Verbindungen</b>														
	C318	Octafluorcyclobutan	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	A1	2	0,81	0,81	n/a	8,429	200,0	- 6	0	10 000	N.D.
<b>Kohlenwasserstoffe</b>														
	600	Butan	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008 6 <sup>l</sup>	0,002 <sup>l,k</sup>	0,048	2,450	58,1	0	0	3	365
	600a	2-Methylpropan (Isobutan)	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	A3	1	0,011 <sup>l</sup>	0,06	0,038	2,440	58,1	- 12	0	3	460
	601	Pentan	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008 <sup>l</sup>	0,003 <sup>l,k</sup>	0,035	2,058	72,1	36,1	0	3	N.D.
	601a	2-Methylbutan (Isopentan)	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1	0,008 <sup>l</sup>	0,003 <sup>l,k</sup>	0,038	2,786	72,1	27,8	0	3	N.D.
<b>Andere organische Verbindungen</b>														
	E170	Dimethylether	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	A3	1	0,013 <sup>l</sup>	0,08	0,038	1,914	46	- 24,8	0		235

Tabelle E.1 (fortgesetzt)

	Kältemittel-Nummer		Chemische Formel	Sicherheitsgruppe	DGRL Fluid Gruppe	Praktischer Grenzwert <sup>d</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>g</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Brennbarkeit  LFL <sup>h</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Dampfdichte  25 °C, 101,3 kPa <sup>a</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Molekularmasse <sup>a</sup>	Normaler Siedepunkt <sup>a</sup> (°C)	ODP <sup>a, e</sup>	GWP <sup>a, f</sup>  (100 Jr ITH)	Selbstentzündungstemperatur (°C)
		Benennung <sup>b</sup>												
<b>Anorganische Verbindungen</b>														
	717	Ammoniak	NH <sub>3</sub>	B2	1	0,000 35 <sup>i</sup>	0,000 22 <sup>j</sup>	0,116	0,704	17,0	- 33	0	0	630
	744	Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	A1	2	0,1 <sup>i</sup>	0,07 <sup>j</sup>	n/a	1,808	44,0	- 78 °C	0	1	N.D.
<p>Kältemittel-Gemische R-400 und R-500 siehe Tabellen E.2 und E.3  n/a steht für „nicht anwendbar“.  N.D steht für „Nicht bestimmt“.</p> <p><sup>a</sup> Dampfdichte, Molekularmasse, normaler Siedepunkt, ODP und GWP fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm und sind nur zur Information angegeben.  <sup>b</sup> Nach der chemischen Benennung steht die umgangssprachliche Benennung in Klammern.  <sup>c</sup> Sublimationstemperaturen. Tripelpunkt – 56,6 °C bei 5,2 bar absolut.  <sup>d</sup> Berechnung siehe Anhang F.  <sup>e</sup> Annahme nach dem Montrealer Protokoll.  <sup>f</sup> IPCC, dritter IPCC-Bericht 2001. Werte verwendet in Verordnung (EG) Nr. 842/2006 (F-Gas-Verordnung).  <sup>g</sup> Grenzwert für die Zeit, die Personen akuter Toxizität oder Sauerstoffmangel ausgesetzt sein dürfen, es gilt der jeweils kleinere Wert.  <sup>h</sup> Untere Explosionsgrenze  <sup>i</sup> Die praktischen Grenzwerte beruhen auf Erfahrungswerten („Grandfathered values“) nach <math>\text{A}_2</math> EN 378-1:2008+A2:2012 <math>\text{A}_2</math>, F.3.1.  <sup>j</sup> ATEL/ODL Werte sind im Vergleich zu EN 378-1:2008 geändert. Die Werte sind berechnet nach Anhang F. Basisdaten siehe ISO 817.  <sup>k</sup> Keine kardialen NOEL Werte verfügbar, Bestimmung nach ISO 817.</p>														

Tabelle E 2— Kältemittel Gemische R400— Bezeichnungen

Kältemittel-Nummer	Zusammensetzung <sup>c</sup> (Gewicht %)	Zusammensetzung	Sicherheitsgruppe	DGRL Fluid Gruppe	Praktischer Grenzwert <sup>d</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>g</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Brennbarkeit  LFL <sup>h</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Dampfdichte  25°C, 101,3 kPa <sup>a</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Molekularmasse <sup>a</sup>	Siedepunkt/ Taupunkt bei 1,0 at.  (°C) <sup>a</sup>	ODP <sup>e</sup>	GWP <sup>f</sup>  (100 Jr ITH)	Selbstentzündungstemperatur  (°C)
		Grenzabmaße (%)											
401A	R-22/152a/124 (53/13/34)	± 2/+ 0,5 – 1,5/± 1	A1	2	0,3 <sup>i</sup>	0,104 <sup>j</sup>	n/a	3,929	94,4	– 33,4 bis – 27,8	0,037	1 130	681
401B	R-22/152a/124 (61/11/28)	± 2/+ 0,5 – 1,5/± 1	A1	2	0,34 <sup>i</sup>	0,114	n/a	3,860	92,8	– 34,9 bis – 29,6	0,04	1 220	685
401C	R-22/152a/124 (33/15/52)	± 2/+ 0,5 – 1,5/± 1	A1	2	0,24 <sup>i</sup>	0,083 <sup>j</sup>	n/a	4,211	101	– 28,9 bis – 23,3	0,03	900	N.D.
402A	R-125/290/22 (60/2/38)	± 2/+ 0,1 – 1,0/± 2	A1	2	0,33 <sup>i</sup>	0,275 <sup>j</sup>	n/a	4,214	101,5	– 49,2 bis – 47,0	0,021	2 690	723
402B	R-125/290/22 (38/2/60)	± 2/+ 0,1 – 1,0/± 2	A1	2	0,32 <sup>i</sup>	0,244 <sup>j</sup>	n/a	3,929	94,7	– 47,2 bis – 44,8	0,033	2 310	641
403A	R-290/22/218 (5/75/20)	+ 0,2 – 2,0/± 2/± 2	A1	2	0,33 <sup>i</sup>	0,098 <sup>j</sup>	0,49	3,817	92	– 47,7 bis – 44,3	0,041	3 000	N.D.
403B	R-290/22/218 (5/56/39)	+ 0,2 – 2,0/± 2/± 2	A1	2	0,41 <sup>i</sup>	0,288	n/a	4,289	103,3	– 49,1 bis – 46,84	0,031	4 310	N.D.
404A	R-125/143a/134a (44/52/4)	± 2/± 1/± 2	A1	2	0,52	0,52 <sup>j</sup>	n/a	4,057	97,6	– 46,5 bis – 45,7	0	3 780	728
405A	R-225/152a/142b/C318 (45/7/5,5/42,5)	± 2/± 1/± 1/± 2 <sup>b</sup>	A1	2	0,26	0,26	n/a	4,665	111,9	– 32,8 bis – 24,4	0,028	5160	N.D.
406A	R-22/600a/142b (55/4/41)	± 2/± 1/± 1	A2	1	0,13	0,13	0,302	3,744	89,9	– 32,7 bis – 23,5	0,057	1 920	N.D.
407A	R-32/125/134a (20/40/40)	± 2/± 2/± 2	A1	2	0,33 <sup>i</sup>	0,288 <sup>j</sup>	n/a	3,743	90,1	– 45,2 bis – 38,7	0	1 990	685
407B	R-32/125/134a (10/70/20)	± 2/± 2/± 2	A1	2	0,35 <sup>i</sup>	0,325 <sup>j</sup>	n/a	4,274	102,9	– 46,8 bis – 42,4	0	2 700	703
407C	R-32/125/134a (23/25/52)	± 2/± 2/± 2	A1	2	0,31 <sup>i</sup>	0,268 <sup>j</sup>	n/a	3,582	86,2	– 43,8 bis – 36,7	0	1 650	704
407D	R-32/125/134a (15/15/70)	± 2/± 2/± 2	A1	2	0,41 <sup>i</sup>	0,242 <sup>j</sup>	n/a	3,784	90,9	– 39,4 bis – 32,7	0	1 500	N.D.
407E	R-32/125/134a (25/15/60)	± 2/± 2/± 2	A1	2	0,40 <sup>i</sup>	0,257 <sup>j</sup>	n/a	3,482	83,8	– 42,8 bis – 35,6	0	1 430	N.D.
408A	R-125/143a/22 (7/46/47)	± 2/± 1/± 2	A1	2	0,41 <sup>i</sup>	0,335 <sup>j</sup>	n/a	3,614	87,0	– 44,6 bis – 44,1	0,026	3 020	N.D.
409A	R-22/124/142b (60/25/15)	± 2/± 2/± 1	A1	2	0,16 <sup>i</sup>	0,116 <sup>j</sup>	n/a	4,055	97,5	– 34,7 bis – 26,3	0,048	1 540	N.D.
409B	R-22/124/142b (65/25/10)	± 2/± 2/± 1	A1	2	0,17 <sup>i</sup>	0,119 <sup>j</sup>	n/a	4,021	96,7	– 35,8 bis – 28,2	0,048	1 500	N.D.
410A	R-32/125 (50/50)	+ 0,5 – 1,5/+ 1,5 – 0,5	A1	2	0,44 <sup>i</sup>	0,387 <sup>j</sup>	n/a	3,007	72,6	– 51,6 bis – 51,5	0	1 980	N.D.
410B	R-32/125 (45/55)	± 1/± 1	A1	2	0,43 <sup>i</sup>	0,402 <sup>j</sup>	n/a	3,131	75,5	– 51,5 bis – 51,4	0	2 120	N.D.
411A	R-1270/22/152a (1,5/87,5/11,0)	+ 0 – 1/+ 2 – 0/+ 0 – 1	A2	1	0,04 <sup>i</sup>	0,074 <sup>j</sup>	0,186	3,420	82,5	– 39,6 bis – 37,1	0,048	1 500	N.D.
411B	R-1270/22/152a (3,94/3)	+ 0 – 1/+ 2 – 0/+ 0 – 1	A2	1	0,05	0,044 <sup>j</sup>	0,239	3,446	83,3	– 41,6 bis – 40,2	0,052	1 600	N.D.
412A	R-22/218/142b (70/5/25)	± 2/± 2/± 1	A2	1	0,07	0,174 <sup>j</sup>	0,329	3,883	92,2	– 36,5 bis – 28,9	0,055	2 220	N.D.
413A	R-218/134a/600a (9/88/3)	± 1/± 2/+ 0, – 1	A2	1	0,08	0,21	0,375	4,334	103,9	– 29,4 bis – 27,4	0	1 920	N.D.
414A	R-22/124/600a/142b (51,0/28,5/4,0/16,5)	± 2/± 2/± 0,5/+ 0,5 – 1,0	A1	2	0,08 <sup>i</sup>	0,103 <sup>j</sup>	n/a	4,040	97,0	– 33,2 bis – 24,7	0,045	1 440	N.D.
414B	R-22/124/600a/142b (5,0,0/39,0/1,5/9,5)	± 2/± 2/± 0,5/+ 0,5 – 1,0	A1	2	0,07 <sup>i</sup>	0,096 <sup>j</sup>	n/a	4,232	101,6	– 33,1 bis – 24,7	0,042	1 320	N.D.

Tabelle E.2 (fortgesetzt)

	Kältemittel-Nummer	Zusammensetzung Grenzabmaße (%)	Sicherheitsgruppe	DGRL Fluid Gruppe	Praktischer Grenzwert <sup>d</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>g</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Brennbarkeit LFL <sup>h</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Dampfdichte 25 °C, 101,3 kPa <sup>a</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Molekularmasse <sup>a</sup>	Siedepunkt/ Taupunkt bei 1,0 at. (°C) <sup>a</sup>	ODP <sup>e</sup>	GWP <sup>f</sup> (100 Jr ITH)	Selbstentzündungstemperatur (°C)
	Zusammensetzung <sup>c</sup> (Gewicht %)												
415A	R-22/152a (82,0/18,0)	± 0,1/± 0,1	A2	1	0,04	0,191 <sup>j</sup>	0,188	3,404	81,9	- 37,5 bis - 34,7	0,045	1 400	N.D.
415B	R-22/152a (25,0/75,0)	± 0,1/± 0,1	A2	1	0,03	0,150 <sup>j</sup>	0,161	2,929	70,2	- 23,4 bis - 21,8	0,013	510	N.D.
416A	R-134a/124/600 (59,0/39,5/1,5)	+0,5 - 1,0/+ 1,0 - 0,5/ + 0,1 - 0,2	A1	2	0,06	0,064 <sup>j</sup>	n/a	4,678	111,9	- 23,9 bis - 22,1	0,009	1 010	N.D.
417A	R-125/134a/600 (46,6/50,0/3,4)	± 1,1/± 1,0/+ 0,1 - 0,4	A1	2	0,15 <sup>i</sup>	0,057 <sup>j</sup>	n/a	4,443	106,7	-38,0 bis - 32,9	0	1 950	N.D.
418A	R-290/22/152a (1,5/96,0/2,5)	± 0,5/± 1,0/± 0,5	A2	1	0,07	0,209 <sup>j</sup>	0,328	3,510	84,6	- 41,7 bis - 40,0	0,053	1 630	N.D.
419A	R-125/134a/E170 (77,0/19,0/4,0)	± 1,0/± 1,0/± 1,0	A2	1	0,05	0,309 <sup>j</sup>	0,269	4,546	109,3	- 42,6 bis - 35,9	0	2 900	N.D.
420A	R-134a/142b (88,0/12,0)	+ 1,0 -1,0/+ 0,0 - 1,0	A1	2	0,19	0,188 <sup>j</sup>	n/a	4,252	101,9	- 24,9 bis - 24,2	0,008	1 430	N.D.
421A	R-125/134a (58,0/42,0)	± 1,0/± 1,0	A1	2	0,28	0,279 <sup>j</sup>	n/a	4,649	111,8	- 40,8 bis - 35,5	0	2 520	N.D.
421B	R-125/134a (85,0/15,0)	± 1,0/± 1,0	A1	2	0,33	0,330 <sup>j</sup>	n/a	4,857	116,9	- 45,7 bis - 42,6	0	3 090	N.D.
422A	R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	± 1,0/± 1,0/+ 0,1 - 0,4	A1	2	0,29	0,293 <sup>j</sup>	n/a	4,719	113,6	- 46,5 bis - 44,1	0	3 040	N.D.
422B	R-125/134a/600a (55,0/42,0/3,0)	± 1,0/± 1,0/+ 0,1 - 0,5	A1	2	0,25	0,249 <sup>j</sup>	n/a	4,515	108,5	- 40,5 bis - 35,6	0	2 420	N.D.
422C	R-125/134a/600a (82,0/15,0/3,0)	± 1,0/± 1,0/+ 0,1 - 0,5	A1	2	0,29	0,288 <sup>j</sup>	n/a	4,711	113,4	- 45,3 bis - 42,3	0	2 980	N.D.
422D	R-125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)	+0,9 - 1,1/± 1,0/+ 0,1 - 0,4	A1	2	0,26	0,261 <sup>j</sup>	n/a	4,572	109,9	- 43,2 bis - 38,4	0	2 620	N.D.
423A	R-134a/227ea (52,5/47,5)	± 1,0/± 1,0	A1	2	0,30	0,304 <sup>j</sup>	n/a	5,268	126,0	- 24,2 bis - 23,5	0	2 350	N.D.
424A	R-125/134a/600a/600/601a (50,5/47,0/0,9/1,0/0,6)	± 1,0/± 1,0/+ 0,1 - 0,2/ + 0,1 - 0,2/+ 0,1 - 0,2	A1	2	0,10	0,102 <sup>j</sup>	n/a	4,512	108,4	- 39,1 bis - 33,3	0	2 330	N.D.
425A	R-32/134a/227ea (18,5/69,5/12,0)	± 0,5/± 0,5/± 0,5	A1	2	0,25	0,252 <sup>j</sup>	n/a	3,759	90,3	- 38,1 bis - 31,3	0	1 430	N.D.
426A	R-125/134a/600/601a (5,1/93,0/1,3/0,6)	± 1,0/± 1,0/+ 0,1 - 0,2/ + 0,1 - 0,2	A1	2	0,08	0,083 <sup>j</sup>	n/a	4,237	101,6	- 28,5 bis - 26,7	0	1 380	N.D.
427A	R-32/125/143a/134a (15,0/25,0/10,0/50,0)	± 2,0/± 2,0/± 2,0/± 2,0	A1	2	0,28	0,282 <sup>j</sup>	n/a	3,760	90,4	- 43,0 bis - 36,3	0	2 010	N.D.
428A	R-125/143a/290/600a (77,5/20,0/0,6/1,9)	± 1,0/± 1,0/+ 0,1 - 0,2/ + 0,1 - 0,2	A1	2	0,37	0,366 <sup>j</sup>	n/a	4,466	107,5	- 48,3 bis - 47,5	0	3 500	N.D.

Tabelle E.2 (fortgesetzt)

Kältemittel-Nummer	Zusammensetzung <sup>c</sup> (Gewicht %)	Zusammensetzung  Grenzabmaße (%)	Sicherheitsgruppe	DGRL Fluid Gruppe	Praktischer Grenzwert <sup>d</sup>  (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>g</sup>  (kg/m <sup>3</sup> )	Brennbarkeit  LFL <sup>h</sup>  (kg/m <sup>3</sup> )	Dampfdichte  25 °C, 101,3 kPa <sup>a</sup>  (kg/m <sup>3</sup> )	Molekularmasse <sup>a</sup>	Siedepunkt/ Taupunkt bei 1,0 at.  (°C) <sup>a</sup>	ODP <sup>e</sup>	GWP <sup>f</sup>  (100 Jr ITH)	Selbstentzündungstemperatur  (°C)
429A	R-E170/152a/600a (60,0/10,0/30,0)	± 1,0/± 1,0/± 1,0	A3	1	0,01	0,112 <sup>j</sup>	0,052	2,119	50,8	– 26,0 bis – 25,6	0	12	N.D.
430A	R-152a/600a (76,0/24,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,02	0,105 <sup>j</sup>	0,084	2,672	64,0	– 27,6 bis – 27,6	0	93	N.D.
431A	R-290/152a (71,0/29,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,01	0,105 <sup>j</sup>	0,044	2,028	48,8	– 43,1 bis – 43,1	0	35	N.D.
432A	R-1270/E170 (80,0/20,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,002	0,002 <sup>j</sup>	0,039	1,777	42,8	– 46,6 bis – 45,6	0	0	N.D.
433A	R-1270/290 (30,0/70,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,006	0,006 <sup>j</sup>	0,036	1,805	43,5	– 44,6 bis – 44,2	0	0	N.D.
433B	R-1270/290 (5,0/95,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,008	0,025 <sup>j</sup>	0,041	1,827	44,0	– 44,3 bis – 43,9	0	0	N.D.
433C	R-1270/290 (25,0/75,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,006	0,006 <sup>j</sup>		1,809	43,6	– 44,3 bis – 43,9	0	0	N.D.
434A	R-125/143a/134a/600a (63,2/18,0/16,0/2,8)	± 1,0/± 1,0/± 1,0/+ 0,1 – 0,2	A1	2	0,32	0,316 <sup>j</sup>	n/a	4,396	105,7	– 45,0 bis – 42,3	0	3 130	N.D.
435A	R-E170/152a (80,0/20,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,014	0,098 <sup>j</sup>	0,068	2,045	49,0	– 26,1 bis – 25,9	0	24	N.D.
436A	R-290/600a (56,0/44,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,006	0,073 <sup>j</sup>	0,032	2,057	49,3	– 34,3 bis – 26,2	0	0	N.D.
436B	R-290/600a (52,0/48,0)	± 1,0/± 1,0	A3	1	0,007	0,072 <sup>j</sup>	0,033	2,080	49,9	– 33,4 bis – 25,0	0	0	N.D.
437A	R-125/134a/600/601 (19,5/78,5/1,4/0,6)	+ 0,5 – 1,8/+ 1,5 – 0,7/ + 0,1 – 0,2/+ 0,1 – 0,2	A1	2	0,08	0,081 <sup>j</sup>	n/a	4,324	103,71	– 32,9 bis – 29,2	0	1 680	N.D.
438A	R-32/125/134a/600/601a (8,5/45,0/44,2/1,7/0,6)	+ 0,5 – 1,5/± 1,5/± 1,5/ + 0,1 – 0,2/+ 0,1 – 0,2	A1	2	0,08	0,077 <sup>j</sup>	n/a	4,120	99,1	– 43,0 / – 36,4	0	2 150	N.D.

Tabelle E.2 (fortgesetzt)

n/a steht für „nicht anwendbar“

N.D steht für „Nicht bestimmt“.

- a Dampfdichte, Molekularmasse, „Siedepunkt“- und „Taupunkt“-Temperaturen fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm, sie sind nur zur Information angegeben.  
Die „Siedepunkt-Temperatur“ ist die Sättigungstemperatur eines flüssigen Kältemittels bei dem festgelegten Druck, d. h. die Temperatur, bei der das flüssige Kältemittel zu sieden beginnt.  
Der Siedepunkt eines zeotropen Kältemittel-Gemisches bei konstantem Druck ist niedriger als der Taupunkt.  
Die „Taupunkt“-Temperatur ist die Sättigungstemperatur eines dampfförmigen Kältemittels bei dem festgelegten Druck; d. h. die Temperatur, bei der der letzte Tropfen des flüssigen Kältemittels siedet.
- b Die Summe der Grenzabmaße für die Zusammensetzung der Kältemittel R152a und R142b muss zwischen + 0 und – 2 % liegen.
- c Die Mischungsbestandteile sind üblicherweise je nach ansteigendem normalem Siedepunkt aufgeführt.
- d Praktischer Grenzwert. Errechnet aus den Werten für die Einzelbestandteile nach Angabe in Tabelle E.1.
- e Errechnet aus den Werten für die Einzelbestandteile nach Angabe in Tabelle E.1.
- f Errechnet aus den Werten für die Einzelbestandteile nach Angabe in Tabelle E.1.
- g Grenzwert für die Zeit, die Personen akuter Toxizität oder Sauerstoffmangel ausgesetzt sein dürfen, es gilt der jeweils kleinere Wert.
- h Untere Explosionsgrenze
- i Die praktischen Grenzwerte beruhen auf Erfahrungswerten („grandfathered values“) nach  $\text{A}_2$  EN 378-1:2008+A2:2012  $\text{A}_2$ , F.3.1.
- j ATEL/ODL Werte sind im Vergleich zu EN 378-1:2008 geändert. Die Werte sind berechnet gemäß Anhang F. Basisdaten siehe ISO 817.

Tabelle E.3 — Kältemittel-Gemische R500<sup>a</sup> — Bezeichnungen

Kältemittel- Nummer	Azeotrope Zusammensetzung <sup>e</sup> (Gewicht %)	Zusammensetzung Grenzabmaße (%)	Sicherheits- gruppe	DGRL Fluid- Gruppe	Praktischer Grenz- wert <sup>f</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>g</sup>	Brennbar- keit LFL <sup>h</sup>	Dampfdichte 25°C 101,3 hPa <sup>b</sup>	Molekular- masse <sup>b</sup>	Normaler Siede- punkt (°C) <sup>b</sup>	Azetope Temperatur (°C) <sup>d</sup>	ODP <sup>g</sup>	GWP (100 Jr ITH)	Selbst- entzün- dungs- tempe- ratur (°C)
500	R-12/152a (73,8/26,2)	+ 1,0 – 0,0/+ 0,0 – 1,0	A1	2	0,4 <sup>i</sup>	0,175 <sup>j</sup>	n/a	4,137	99,3	– 33,5	0	0,74	7 850	N.D.
501	R-22/12 (75,0/25,0) <sup>c</sup>		A1	2	0,38 <sup>i</sup>	0,164 <sup>j</sup>	n/a	3,863	93,1	– 41,0	– 41	0,29	3 920	N.D.
502	R-22/115 (48,8/51,2)		A1	2	0,45 <sup>i</sup>	0,334 <sup>j</sup>	n/a	4,635	112,0	– 45,4	19	0,33	4 510	N.D.
503	R-23/13 (40,1/59,9)		A1	2	0,35 <sup>i</sup>	0,154	n/a	3,594	87,5	– 88,7	88	0,6	13 200	N.D.
507A	R-125/143a (50/50)	+ 1,5 – 0,5/ + 0,5 – 1,5	A1	2	0,53	0,526 <sup>j</sup>	n/a	4,108	98,9	– 46,7	– 40	0	3 850	N.D.
508A	R-23/116 (39,0/61,0)	± 2,0/± 2,0	A1	2	0,23	0,226	n/a	4,124	100,1	– 86,0	– 86	0	11 940	N.D.
508B	R-23/116 (46,0/54,0)	± 2,0/± 2,0	A1	2	0,2	0,203	n/a	3,930	95,4	– 88,3	– 45,6	0	11 950	N.D.
509A	R-22/218 (44,0/56,0)	± 2,0/± 2,0	A1	2	0,56 <sup>i</sup>	0,381	n/a	5,155	124,0	– 47,0	0	0,024	5 560	N.D.
510A	R-E170/600a	± 0,5/± 0,5	A3	1	0,011	0,089 <sup>j</sup>	0,056	1,971	47,25	-25,1	-25,2	0	0	N.D.

n/a steht für „nicht anwendbar“

N.D steht für „Nicht bestimmt“.

<sup>a</sup> Bei azeotropen Kältemitteln kommt es unter anderen Temperatur- und Druckbedingungen als bei ihrer ursprünglichen Formulierung zu einer leichten Entmischung ihrer Bestandteile. Der Umfang dieser Entmischung ist jeweils abhängig von der Konfiguration des Azeotrops und des Hardware-Systems.

<sup>b</sup> Dampfdichte, Molekularmasse und normaler Siedepunkt fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm und sind nur zur Information angegeben.

<sup>c</sup> Die genaue Zusammensetzung dieses Azeotrops ist nicht eindeutig und es sind zusätzliche Untersuchungen erforderlich.

<sup>d</sup> Unter Dampf-Flüssigkeits-Gleichgewichtsbedingungen (VLE).

<sup>e</sup> Die Mischungsbestandteile sind üblicherweise je nach ansteigendem normalem Siedepunkt aufgeführt.

<sup>f</sup> Berechnung siehe Anhang F.

<sup>g</sup> Errechnet aus den Werten für die Einzelbestandteile nach Angabe in Tabelle E.1.

<sup>h</sup> Errechnet aus den Werten für die Einzelbestandteile nach Angabe in Tabelle E.1.

<sup>i</sup> Die praktischen Grenzwerte beruhen auf Erfahrungswerten („grandfathered values“) nach  EN 378-1:2008+A2:2012 , F.3.1.

<sup>j</sup> ATEL/ODL Werte sind im Vergleich zu EN 378-1:2008 geändert. Die Werte sind berechnet nach Anhang F. Basisdaten siehe ISO 817.

## Anhang F (informativ)

### Klassifikation in Sicherheitsgruppen

#### F.1 In diesem Anhang verwendete Abkürzungen

<b>ALC</b>	angenäherte letale Konzentration
<b>ATEL</b>	Grenzwert für die Zeit, die Personen akuter Toxizität ausgesetzt sein dürfen
<b>ETFL</b>	Grenzwert für die Zündgrenze bei erhöhter Temperatur — LFL geprüft bei 60 °C
<b>FCL</b>	Grenzwert für die Konzentration im Hinblick auf die Brennbarkeit
<b>LC<sub>50</sub></b>	letale Konzentration, bei der 50 % der Bevölkerung sterben
<b>LFL</b>	untere Explosionsgrenze
<b>LOEL</b>	niedrigste Dosis, die zur Registrierung eines Effektes führt
<b>NOEL</b>	höchste Dosis, die noch nicht zur Registrierung eines Effektes führt
<b>ODL</b>	Grenzwert für Sauerstoffmangel
<b>Ppm</b>	Teile in einer Million
<b>RCL</b>	Kältemittelkonzentration
<b>TCF</b>	toxischer Konzentrationsfaktor
<b>TLV-TWA</b>	zeitgewichteter gemittelter Grenzwert für die Konzentration <sup>1)</sup>
<b>UFL</b>	Obere Explosionsgrenze
<b>WCF</b>	ungünstigstes Ausgangsgemisch — Zulässige Zusammensetzung für ein Kältemittel der Reihe 400 bzw. 500 (innerhalb des Standardbereiches für Grenzabweichungen nach Anhang E), die die höchste Konzentration an brennbaren Komponenten ergibt oder niedrigster errechneter ATEL-Wert
<b>WCFF — Entflammbarkeit</b>	ungünstigste Fraktionierung des Ausgangsgemisches — Zusammensetzung während der Fraktionierung, die die höchste Konzentration an brennbaren Komponenten in der Flüssig- oder Dampfphase ergibt
<b>WCFF — Toxizität</b>	ungünstigste Fraktionierung des Ausgangsgemisches — Zusammensetzung während der Fraktionierung, die die höchste Konzentration an Komponenten in der Flüssig- oder Dampfphase ergibt, für die der TLV-TWA-Wert unter 400 ppm liegt

#### F.2 Klassifikation

##### F.2.1 Allgemeines

Die Klassifikation im Hinblick auf die Sicherheit sollte zwei alphanumerische Buchstaben (z. B. A2 oder B1) umfassen. Der Großbuchstabe gibt die Toxizitätsstufe nach den Festlegungen in F.2.2 an, die arabische Ziffer steht für die Brennbarkeit nach den Festlegungen in F.2.3.

##### F.2.2 Klassifikation nach der Toxizität (Giftigkeit)

Die Kältemittel sollten im Hinblick auf ihre Giftigkeit einer der beiden Gruppen — A oder B — basierend auf zulässigen Konzentrationswerten bei Dauerbelastung zugeordnet werden:

---

1) Siehe American Conference of Governmental and Industrial Hygienists — ACGIH.



**Gruppe A (geringe Toxizität):** Kältemittel mit einer zeitgewichteten, gemittelten Konzentration, die keine nachteiligen Auswirkungen auf die meisten Mitarbeiter hat, die Tag für Tag während eines normalen 8-h-Arbeitstages und einer 40-h-Arbeitswoche dieser Konzentration ausgesetzt sind, deren Wert gleich oder größer als  $400 \text{ ml/m}^3$  (400 ppm Volumenanteil) ist;

**Gruppe B (erhöhte Toxizität):** Kältemittel mit einer zeitgewichteten, gemittelten Konzentration, die keine nachteiligen Auswirkungen auf die meisten Mitarbeiter hat, die Tag für Tag während eines normalen 8-h-Arbeitstages und einer 40-h-Arbeitswoche dieser Konzentration ausgesetzt sind, deren Wert kleiner  $400 \text{ ml/m}^3$  (400 ppm Volumenanteil) ist.

## F.2.3 Klassifikation nach der Brennbarkeit

### F.2.3.1 Allgemeines

Die Kältemittel sollten auf der Grundlage der Prüfung der Brennbarkeit nach F.2.3.2, F.2.3.3 und F.2.3.4 einer von drei Gruppen — 1, 2 oder 3 — zugeordnet werden. Für Kältemittel-Gemische sollte auf der Grundlage ihrer ungünstigsten Fraktionierung des Ausgangsgemisches (WCFF), die aus einer Analyse der Fraktionierung bestimmt wird (siehe F.2.5), die Klassifikation in eine entsprechende Gruppe erfolgen. Eine Bestimmung des ungünstigsten Ausgangsgemisches (WCF) und WCFF ist nicht erforderlich, wenn kein Bestandteil der Mischung der Gruppe 2 oder Gruppe 3 zugeordnet ist. In diesem Fall ist auch keine Analyse der Fraktionierung erforderlich und das Gemisch sollte der Gruppe 1 entsprechen.

### F.2.3.2 Gruppe 1 (keine Flammenausbreitung)

Ein Einstoff-Kältemittel sollte der Gruppe 1 zugeordnet werden, wenn es bei einer Prüfung in Luft mit  $60 \text{ °C}$  und  $101,3 \text{ kPa}$  zu keiner Flammenausbreitung kommt.

Ein Kältemittel-Gemisch sollte der Gruppe 1 zugeordnet werden, wenn die durch eine Analyse der Fraktionierung bestimmte WCFF des Gemischs bei einer Prüfung mit  $60,0 \text{ °C}$  und  $101,3 \text{ kPa}$  keine Flammenausbreitung bewirkt.

### F.2.3.3 Gruppe 2 (geringere Brennbarkeit)

Ein Einstoff-Kältemittel sollte der Gruppe 2 zugeordnet werden, wenn es alle folgenden Bedingungen erfüllt:

- bei Prüfung mit  $60 \text{ °C}$  und  $101,3 \text{ kPa}$  kommt es zu einer Flammenausbreitung;
- die untere Explosionsgrenze (LFL) ist  $\geq 3,5 \text{ Vol. \%}$ ;
- die Verbrennungswärme ist  $< 19\,000 \text{ kJ/kg}$ .

Ein Kältemittel-Gemisch sollte der Gruppe 2 zugeordnet werden, wenn es alle drei folgenden Bedingungen erfüllt:

- bei Prüfung mit  $60 \text{ °C}$  und  $101,3 \text{ kPa}$  bewirkt die WCFF eine Flammenausbreitung;
- die WCFF hat eine LFL  $\geq 3,5 \text{ Vol. \%}$ ;
- die nominelle Zusammensetzung hat eine Verbrennungswärme von  $< 19\,000 \text{ kJ/kg}$ .

### F.2.3.4 Gruppe 3 (größere Brennbarkeit)

Ein Einstoff-Kältemittel sollte der Gruppe 3 zugeordnet werden, wenn es die beiden folgenden Bedingungen erfüllt:

- bei Prüfung mit  $60 \text{ °C}$  und  $101,3 \text{ kPa}$  kommt es zu einer Flammenausbreitung;
- die untere Explosionsgrenze (LFL) ist  $\leq 3,5 \text{ Vol. \%}$  oder die Verbrennungswärme ist  $\geq 19\,000 \text{ kJ/kg}$ .

Ein Kältemittel-Gemisch sollte der Gruppe 3 zugeordnet werden, wenn es die beiden folgenden Bedingungen erfüllt:

- bei Prüfung mit 60 °C und 101,3 kPa bewirkt die WCFF eine Flammenausbreitung;
- die WCFF hat eine LFL  $\leq 3,5$  Vol. % oder die Verbrennungswärme beträgt  $\geq 19\ 000$  kJ/kg.

**F.2.3.5** Für Kältemittel oder Kältemittel-Gemische der Gruppe 2 bzw. Gruppe 3 sollte die LFL bestimmt werden. Bei den Kältemitteln oder Kältemittel-Gemischen der Gruppe 2 bzw. 3, die bei Prüfung mit 23,0 °C und 101,3 kPa (d. h. keine LFL) keine Flammenausbreitung bewirken, sollte für die Bestimmung ihrer Klassifikation, bezogen auf die Brennbarkeit der Grenzwert für die Zündgrenze bei erhöhter Temperatur (ETFL), folgendes zugrundegelegt werden.

Für Einstoff-Kältemittel sollte anstelle der LFL die ETFL zugrundegelegt werden;

Für ein Kältemittel-Gemisch sollte die ETFL der WCFF anstelle der LFL zugrundegelegt werden.

**F.2.3.6** Die Verbrennungswärme sollte bei 25 °C und 101,3 kPa errechnet werden.

Die Verbrennungswärme kann für Einstoff-Kältemittel errechnet werden, wenn die Bildungswärme (Bildungsenthalpie) des Kältemittels und seiner Reaktionsprodukte bekannt ist. Werte für die Bildungswärme sind in verschiedenen Handbüchern und Datenbanken über chemische und physikalische Eigenschaften enthalten. Die Verbrennungswärme ist die Bildungsenthalpie der Reaktanten (Kältemittel und Sauerstoff) abzüglich der Bildungsenthalpie der Reaktionsprodukte. Rechenwerte sollten auf der vollständigen Verbrennung eines Kältemittel-Mols mit ausreichend Sauerstoff für eine stöchiometrische Reaktion basieren. Für die Reaktanten und die Verbrennungsprodukte sollte von der Gasphase ausgegangen werden. Die Verbrennungsprodukte sollten CO<sub>2</sub> (N<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, falls Stickstoff und Schwefel in der Molekularstruktur des Kältemittels enthalten sind), HF und HCl sein, falls das Molekül ausreichend Wasserstoff enthält. Ist für die Bildung von HF und HCl nicht ausreichend Wasserstoff vorhanden, wird die Bildung von HF anstelle von HCl bevorzugt. Die verbleibenden F und Cl bilden F<sub>2</sub> und Cl<sub>2</sub>. Überschüssiges H sollte als umgewandeltes H<sub>2</sub>O angenommen werden.

Für Kältemittel-Gemische sollte die Verbrennungswärme des nominellen Ausgangsgemisches gemessen oder nach einer stöchiometrischen Gleichung aller Kältemittel-Bestandteile errechnet werden;

Bildungswärme und Verbrennungswärme werden üblicherweise in Energie je Mol (kJ/Mol) ausgedrückt. Für die Klassifikation nach der Brennbarkeit nach dieser Europäischen Norm wird die Verbrennungswärme für ein Kältemittel aus Energie je Mol in Energie je Masse (kJ/kg) umgerechnet.

**F.2.4 Matrix-Diagramm für die Klassifikation nach Sicherheitsgruppen**

Die in F.2.2 und F.2.3 beschriebenen Klassifikationen nach Toxizität und nach Brennbarkeit ergeben Klassifikationen in sechs einzelne Sicherheitsgruppen (A1, A2, A3, B1, B2 und B3) für Kältemittel.

**Tabelle F.1 — Klassifikation nach Sicherheitsgruppen**

		Toxizität	
		geringer	höher
Brennbarkeit	Keine Flammenausbreitung	A1	B1
	Geringe Brennbarkeit	A2	B2
	Höhere Brennbarkeit	A3	B3

**F.2.5 Klassifikation von Kältemittel-Gemischen im Hinblick auf die Sicherheit**

Kältemittel-Gemische (ob zeotrop oder azeotrop), deren Eigenschaften hinsichtlich Brennbarkeit und/oder Giftigkeit sich ändern können, wenn sich bei einer Fraktionierung die Zusammensetzung ändert, sind ausgehend von ihrer Zusammensetzung im ungünstigsten Fall einer Sicherheitsgruppe zuzuordnen. Diese Klassifikation sollte nach den gleichen Kriterien bestimmt werden wie für ein Einstoff-Kältemittel.

Für die Brennbarkeit gilt als „ungünstigster Fall der Fraktionierung“ die Zusammensetzung während der Fraktionierung, die die höchste Konzentration des oder der brennbaren Bestandteile in der Dampf- oder Flüssigphase ergibt. Für die Giftigkeit gilt als „ungünstigster Fall der Fraktionierung“ die Zusammensetzung während der Fraktionierung, die die höchste Konzentration des oder der Bestandteile in der Dampf- oder Flüssigphase ergibt, für die TLV-TWA weniger als 400 ppm Volumenanteil beträgt. Der TLV-TWA-Wert für eine bestimmte Zusammensetzung des Kältemittel-Gemisches sollte aus dem TLV-TWA-Wert der einzelnen Bestandteile errechnet werden.

### **F.3 Praktischer Grenzwert (Konzentration) für Kältemittel**

#### **F.3.1 Allgemeines**

Der praktische Grenzwert für ein Kältemittel ist die höchste Konzentration in einem Personen-Aufenthaltsbereich, die noch keine die Flucht beeinträchtigenden (z.B. plötzlich auftretende) Auswirkungen hat. Dieser Wert wird für die Festlegung der maximalen Kältemittel-Füllmenge des jeweiligen Kältemittels für einen bestimmten Anwendungsfall zugrundegelegt.

Der praktische Grenzwert für flüssige Kältemittel, die vor der Veröffentlichung dieser überarbeiteten Europäischen Norm bereits 5 Jahre im Handel waren, sollte beibehalten werden (wie in den vorherigen internationalen oder nationalen Normen festgelegt). Diese Werte werden, so weit anwendbar, in dieser Europäischen Norm verwendet.

#### **F.3.2 Festlegung der praktischen Grenzwerte für neue Kältemittel (Kältemittel, für die F.3.1 nicht zutrifft)**

##### **F.3.2.1 Allgemeines**

Der praktische Grenzwert sollte aus dem Grenzwert für die Kältemittel-Konzentration (RCL) errechnet werden.

Bei der Festlegung des RCL sollte von vollständiger Verdampfung ausgegangen werden; keine Beseitigung durch Auflösung, Reaktion oder Zersetzung in dem Raum, in den das Kältemittel abgeführt wird. Zur Berücksichtigung temporärer örtlicher Konzentrationen oder Unsicherheiten sind in den Prüfdaten Sicherheitsbeiwerte enthalten. In anderen Normen über die Anwendung von Kältemitteln, in denen temporäre örtliche Konzentrationen berücksichtigt werden, können zur Bestimmung der praktischen Grenzwerte für die Kältemittel-Füllmenge die einzelnen ATEL-, ODL- und LFL-Werte zugrundegelegt werden.

Der RCL-Wert für jedes Kältemittel sollte dem niedrigsten Wert der nach F.3.2.2, F.3.2.4 und F.3.2.5 errechneten Mengen entsprechen, unter Verwendung der Daten in F.3.2.6.1 und angepasst nach F.3.3.

##### **F.3.2.2 Grenzwert für die Zeit, die Personen akuter Toxizität ausgesetzt sein dürfen (ATEL)**

Der ATEL-Wert sollte dem niedrigsten Wert der toxischen Konzentrationsfaktoren (TCF) (a) — (d) wie folgt entsprechen:

###### **a) Mortalität**

28,3 % bei 4 Stunden LC<sub>50</sub> bei Ratten. Falls nicht festgelegt, 28,3 % bei 4 Stunden ALC bei Ratten, sofern dies nicht bei mehr als der Hälfte der diesem Wert ausgesetzten Tiere zum Tod führt. Die folgenden Gleichungen sollten für die Anpassung von LC<sub>50</sub>- oder ALC-Werten eingesetzt werden, die für Kältemittel, für die keine Daten über 4 Stunden vorliegen, in Prüfungen von 15 Minuten bis 8 Stunden ermittelt wurden:

$$\alpha = \beta (t/T)^{1/2}$$

Dabei ist

$\alpha$  der LC<sub>50</sub>-Wert für die Zeit T und

$\beta$  der LC<sub>50</sub>-Wert für die Zeit t.

oder

$$\chi = \delta (t/T)^{1/2}$$

Dabei ist

$\chi$  der ALC-Wert für die Zeit T und

$\delta$  der ALC-Wert für die Zeit t.

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm

T = 4 h und t ist die Prüfdauer in Stunden, zwischen 0,25 h bis 8 h.

**ANMERKUNG** 28,3 % basiert auf der Berechnung von LC<sub>50</sub> für T = 30 Minuten mit einem Sicherheitsbeiwert von 10,0. Die Zeit von 30 Minuten wird als die Zeit angenommen, die für die Rettung/Flucht aus einem Bereich mit einer aufgetretenen Kältemittel-Leckage erforderlich ist.

b) Kardiale Sensibilisierung

100 % NOEL für kardiale Sensibilisierung von nicht narkotisierten Hunden. Liegt kein Wert vor, dann 80 % der niedrigsten Dosis, die zur Registrierung eines Effektes führte (LOEL) für die kardiale Sensibilisierung bei Hunden, sofern der LOEL-Wert bei mehr als einem, jedoch höchstens bei der Hälfte der diesem Wert ausgesetzten Tiere eine Sensibilisierung bewirkt. Die kardiale Sensibilisierung wird aus der Bestimmung des ATEL-Wertes ausgenommen, wenn der LC<sub>50</sub>- oder ALC-Wert in (a) weniger als 10 000 ppm Volumenanteil beträgt oder durch toxikologische Untersuchung festgestellt wird, dass das Kältemittel keine kardiale Sensibilisierung bewirkt.

c) Narkotisierende Wirkung

50 % der 10minütigen EC<sub>50</sub> für die Narkotisierung bei Mäusen oder Ratten. Liegt kein Wert vor, 50 % des LOEL-Wertes für Anzeichen einer Narkotisierung bei Ratten in Untersuchungen mit akuter Toxizität, sofern der LOEL-Wert keine narkotisierende Wirkung bei mehr als der Hälfte der diesem Wert ausgesetzten Tiere bewirkt. Liegt auch dieser Wert nicht vor, 80 % des NOEL-Wertes bei Anzeichen einer Narkotisierung bei Ratten in Untersuchungen mit akuter, subchronischer oder chronischer Toxizität mit dokumentierten klinischen Anzeichen.

d) Sonstige fluchtauslösende Symptome und bleibende Verletzungen

Die niedrigste Konzentration, die bei Personen, die dieser Konzentration 30 Minuten ausgesetzt sind, die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigen kann oder irreversible, gesundheitsschädliche Auswirkungen haben kann. Die Grundlage für diesen Wert sollte dokumentiert werden.

### F.3.2.3 Kältemittel-Gemische

Die Werte für die einzelnen Parameter in F.3.2.2 (a) bis (d) sollten nach der folgenden Gleichung berechnet werden:  $1/TCF \text{ des Gemisches} = MF_1/C_1 + MF_2/C_2 + MF_n/C_n$ . (Dabei ist MF<sub>n</sub> der Molanteil von Bestandteil n des Gemisches und C<sub>n</sub> der TCF für Bestandteil n nach ISO 10298, 4.2, sofern keine synergetischen Wirkungen festgestellt wurden. Ausnahmen werden in der Tabelle vermerkt).

#### **F.3.2.4 Grenzwert für Sauerstoffmangel (ODL)**

Der ODL-Wert sollte 140 000 ppm (18,0 % O<sub>2</sub>) Volumenanteil Kältemittel in Luft betragen.

#### **F.3.2.5 Grenzwert für die Konzentration im Hinblick auf die Brennbarkeit (FCL)**

Der FCL-Wert sollte in ppm angegeben werden und als 20 % des LFL-Wertes, in ppm, errechnet werden. Mit diesem Sicherheitsbeiwert soll vermieden werden, dass temporäre örtliche Konzentrationen die LFL überschreiten. In anderen Normen über die Anwendung von brennbaren Kältemitteln, die die Schichtung und das Leckageverhalten des Kältemittels berücksichtigen, kann der LFL-Wert als Teil der Berechnung des Grenzwertes für die Kältemittel-Füllmenge (RCL) eingesetzt werden.

#### **F.3.2.6 Berechnungsdaten**

##### **F.3.2.6.1 Zulässige Datenquellen**

Die für die Berechnung des ATEL-Wertes eingesetzten Daten sollten wissenschaftlichen und technischen Unterlagen oder veröffentlichten oder unveröffentlichten Bewertungen von Behörden oder Expertengruppen im Hinblick auf die Sicherheit entnommen werden. Grundlagenuntersuchungen für Toxizitätsdaten sollten angeben, inwieweit sie mit den „Good Laboratory Practices (GLP)“ übereinstimmen. Daten aus von Fachleuten überprüften Veröffentlichungen, einschließlich Zeitungsartikel und -berichte, sind ebenfalls zulässig. Die Angaben sollten in einer der offiziellen ISO-Sprachen zur Verfügung gestellt werden. Die vorgelegten Unterlagen sollten eine Bewertung der angewendeten experimentellen und analytischen Verfahren enthalten und die Qualifikationen der Person bzw. Personen auflisten, durch die die Bewertung erfolgt ist.

##### **F.3.2.6.2 Toxizitätsdaten anderer Spezies**

Toxizitätsdaten anderer Spezies von Tieren als die, die den Prüfungen nach F.3.2.2 (a) bis (d) unterzogen wurden, dürfen berücksichtigt werden und unterliegen den gleichen Anforderungen wie in F.3.2.6.1 angegeben.

##### **F.3.2.6.3 Einheitliche Verfahren**

Die Verwendung von Daten, die auf gleiche Art und Weise bestimmt werden, wie die durch Ableitung nach F.3.2.2 (a) bis (d) erhaltenen Daten oder durch Verfahren, die einen gleichbleibend geringeren RCL-Wert bei gleichen Auswirkungen erreichen, ist für die in F.2.3.1 angegebenen Parameter zulässig.

##### **F.3.2.6.4 „Kein Effekt“-Daten (keine Registrierung eines Effektes)**

Werden bei den Tierversuchen nach F.3.2.2 (a) bis (d) keine durch die Behandlung verursachten Wirkungen beobachtet, sollte bei der nach F.3.2.2 verlangten Berechnung des ATEL-Wertes die höchste geprüfte Konzentration anstelle des festgelegten LOEL- oder NOEL-Wertes zugrunde gelegt werden.

##### **F.3.2.6.5 Konservative Daten**

Bei Veröffentlichung mehrerer Datenwerte sollten die Werte eingesetzt werden, die den niedrigsten RCL-Wert ergeben. Ausnahmen: 1. Wenn auf Grund von Untersuchungen, die durch Fachleute überprüft sind, deutliche Mängel oder Verbesserungen an den veröffentlichten Daten dokumentiert sind, müssen die fehlerhaften Daten zurückgewiesen werden. 2. Als NOEL-Wert für die kardiale Sensibilisierung und die narkotisierende Wirkung nach F.3.2.2 (b) bzw. (c) sollte der höchste veröffentlichte NOEL-Wert, der bei keinem Anteil geprüfter Tiere einen veröffentlichten LOEL-Wert überschreitet, zugrundegelegt werden. Für diesen Ausnahmefall sollten NOEL- und LOEL-Wert den Festlegungen in F.3.2.6.1 entsprechen.

### F.3.3 Umrechnung der Einheiten

Masse je Volumeneinheit

Die Umrechnung des RCL-Wertes von einem volumetrischen Verhältnis, ppm Volumenanteil, in Masse je Volumeneinheit,  $\text{g/m}^3$ , sollte mit folgender Gleichung erfolgen:

$$\varnothing = \gamma \cdot a \cdot M$$

Dabei ist

$\varnothing$	der RCL-Wert, in $\text{g/m}^3$ ;
$\gamma$	der RCL-Wert, in ppm Volumenanteil;
$a$	$4,096 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^3$ ;
$M$	die Molekularmasse des Kältemittels in g/mol.

Höhenanpassung

Der RCL-Wert sollte in Aufstellungsbereichen über dem Meeresspiegel bei Angabe in Masse je Volumeneinheit,  $\text{kg/m}^3$ , der Höhe angepasst werden. Bei Angabe als Verhältniszahl, ppm, sollte keine Anpassung erfolgen.

$$\text{RCL}_a = \text{RCL-Wert} \times (1 - (b \times h));$$

$$b = 7,94 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$$

$h$  Höhe über Meeresspiegel, in m.

### F.3.4 Klassifikation von neuen Kältemitteln

Falls erforderlich, wird die Kennzeichnung und Klassifikation im Hinblick auf die Sicherheit von Kältemitteln, die in dieser Norm (Anhang E), nicht enthalten sind, ISO/TC 86 übertragen und in ISO 817 veröffentlicht. Die praktischen Grenzwerte entsprechen den Festlegungen in ISO 5149.

## **Anhang G** (normativ)

### **Besondere Anforderungen an Eissportanlagen**

#### **G.1 Hallen-Eissportanlagen**

Die Anlagen dürfen als indirekte Systeme eingestuft werden, sofern die kältemittelführenden Teile von dem allgemeinen Aufstellungsbereich durch einen geeigneten, dichten Stahlbetonboden abgetrennt sind (gilt nur für die Kältemittel A1, B1 und B2). In diesem Fall sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- Es müssen Kältemittelsammler zur Aufnahme der gesamten Kältemittel-Füllmenge vorhanden sein.
- Rohre und Sammelstücke (der Eissportpiste) müssen ohne Flansch geschweißt oder hartgelötet und in den Boden einbetoniert sein.
- Zuleitungs- und Rückleitungsrohre müssen in einem getrennten Verteilerkanal angeordnet sein, der mit dem Maschinenraum verbunden ist.

#### **G.2 Freianlagen für den Eissport und Einrichtungen für ähnliche sportliche Betätigungen**

Alle kältetechnischen Komponenten, Rohrleitungen und Fittings müssen vollständig gegen unbefugten Zugriff geschützt und so angeordnet sein, dass sie für die Prüfung zugänglich sind. Für Anlagen mit Kältemitteln der Gruppe B.2 gelten die Anforderungen in G.1.



## Literaturhinweise

- [1] EN 133, *Atemschutzgeräte — Einteilung*
- [2] EN 294, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen*
- [3] <sup>A2</sup> EN 378-3:2008+A2:2012 <sup>A2</sup>, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen*
- [4] EN 736-1, *Armaturen — Terminologie — Teil 1: Definition der Grundbauarten*
- [5] EN 764-1, *Druckgeräte — Terminologie — Teil 1: Druck, Temperatur, Volumen, Nennweite*
- [6] EN 12263, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitsschalteneinrichtungen zur Druckbegrenzung — Anforderungen und Prüfungen*
- [7] EN 13313, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sachkunde von Personal*
- [8] prEN 14276-1, *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 1: Behälter; Allgemeine Anforderungen*
- [9] EN 14276-2:2007, *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 2: Rohrleitungen; Allgemeine Anforderungen*
- [10] <sup>A2</sup> EN 16084, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Qualifizierung der Dichtheit der Bauteile und Verbindungen <sup>A2</sup>*
- [11] EN 60204-1, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005, modifiziert)*
- [12] EN 60335-1, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60335-1:1991, modifiziert)*
- [13] EN 60335-2-24, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-24: Besondere Anforderungen für Kühl-/Gefriergeräte, Speiseeis- und Eisbereiter (IEC 60335-2-24:2002)*
- [14] EN 60335-2-34, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-34: Besondere Anforderungen für Motorverdichter (IEC 60335-2-34:2002)*
- [15] EN 60335-2-40, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-40: Besondere Anforderungen für elektrisch betriebene Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluft-Entfeuchter (IEC 60335-2-40:2002, modifiziert)*
- [16] EN 60335-2-89, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-89: Besondere Anforderungen für gewerbliche Kühl-/Gefriergeräte mit eingebautem oder getrenntem Verflüssigersatz oder Motorverdichter (IEC 60335-2-89:2002)*
- [17] EN ISO 12100-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2003)*
- [18] EN ISO 12100-2, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze (ISO 12100-2:2003)*
- [19] EN ISO 14040, *Umweltmanagement — Ökobilanz — Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006)*
- [20] ISO 817, *Refrigerants — Designation system*
- [21] ISO 5149, *Mechanical refrigerating systems used for cooling and heating — Safety requirements*
- [22] ISO 10298, *Determination of toxicity of a gas or gas mixture*
- [23] ANSI/ASTM E 681, *Test method for concentration limits of flammability of chemicals*
- [24] Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, UNEP, 1987
- [25] Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1995
- [26] Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001
- [27] Scientific Assessment of Ozone Depletion, WMO Report No 44, 1998